

E.T.S. DE INGENIEROS DE MINAS



VOCALIA DE ESPELEO-
CRONOLOGIA DEL C.N.E.

Estudio De La CUEVA DEL REGUERILLO



Madrid - 1974

nº 1

I N D I C E

	<u>Pág.</u>
1.- MEMORIA	
1.1.- Prólogo	5
1.2.- Antecedentes	6
1.3.- Anteproyecto	11
1.4.- Geología de la zona	25
1.5.- Evolución Paleogeográfica	34
1.6.- Formas kársticas	35
1.7. Sedimentología	71
1.8. Paleontología	135

1.- Memoria

1.1. Prólogo

Cuando hace diez años visitamos por vez primera la Cueva del Reguerillo, tomamos contacto con un mundo distinto del que hasta aquel momento habíamos conocido y - que marcó unos derroteros en nuestra vida muy distintos a los de hasta aquel momento. Acabábamos de relacionar nos con un ambiente donde cualquier conocimiento va emparejado con una superación de dificultades de orden físico. Durante los años siguientes, continuamos visitando con asiduidad la cueva, y los descubrimientos de nuevas zonas inexploradas nos animaban para proseguir nuestras exploraciones; cabe pues decir que al cabo de dos años nos encontrábamos encuadrados dentro de ese ambiente de trabajo denominado espeleología.

Si puede hablarse de alguna dedicación humana relacionada con la geología cuya ortodoxia está siempre en discusión, sobre todo en España, donde entre las personas dedicadas a la docencia y a la investigación ha reinado - siempre un olvido más o menos voluntario del tema, es - indudablemente la espeleología; hemos de hacer excepción de dos figuras muy importantes: D. NOEL LLOPIS y - D. CLEMENTE SAINZ, los cuales dedicaron muchos de sus - trabajos de investigación a este tema, por desgracia se trata de una tradición ya olvidada, por lo cual la palabra espeleología sólo suele tomarse en su acepción deportiva; deberemos, pues, usar el término karstología - para indicar cualquier tipo de estudio relacionado con los fenómenos kársticos, su medio ambiente y, en general, todo lo relacionado con él.

La Cueva del Reguerillo, por su proximidad a Madrid, - por su gran desarrollo, por sus numerosos yacimientos - arqueológicos y paleontológicos, debería haber sido campo abonado para las exploraciones y estudios, de deportistas y científicos respectivamente; paradójicamente - no ha sido así puesto que, salvo los trabajos arqueológicos de D. MANUEL MAURA y los geomorfológicos de D. ANGEL HERNANZ, podemos afirmar que siempre ha quedado sometida a ostracismo casi total. De tal manera que en el período comprendido entre estos años no se había terminado de explorar y tan sólo era campo de actividad de turistas y paseantes.

Cuando en el año 1967 apareció un gran yacimiento paleontológico del que se extrajeron varios esqueletos - completos de Capra ibex, uno de los cuales, convenientemente montado se expone en el Museo Nacional de Geología en el Instituto Geológico y Minero de España, sentimos por primera vez el deseo de realizar un estudio serio de la cavidad, aunque inicialmente sólo con un enfoque paleontológico. Han pasado unos cuantos años y una vez valorada la cavidad en todo su interés científico, hemos realizado una serie de estudios que cristalizan - en este Proyecto Fin de Carrera, aunque algunos de los resultados han visto parcialmente la luz al haber sido presentados a diversos congresos.

Un aspecto importante de todo Proyecto consiste en explicar cuales son los límites y aplicaciones del mismo.

En líneas anteriores hemos citado una serie de condicionantes, que podrían clasificarse como sentimentales, - del porqué hemos elegido este tema. Vamos ahora a intentar explicar sus condicionantes de orden docente y científico. Si se hojean las páginas denominadas "Anteproyecto" puede verse que algunas de las técnicas de investigación no se han realizado, aunque en un cómputo general podemos decir que se han cumplido prácticamente todos los objetivos de orden geológico, faltando aquéllos cuyo campo de estudios se encuentra fuera de esta ciencia, tales son los referentes a Arqueología, Biología y Climatología.

Hemos trabajado y estudiado reconsiderando y modificando hipótesis, en un intento de dar una coherencia y solidez a nuestras conclusiones, con el fin de intentar dignificar este campo de estudios que, como podrá apreciarse a través de las conclusiones que exponemos, no puede clasificarse dentro de la curiosidad científica, sino que posee importantes relaciones con la geología cuaternaria.

El Proyecto está dividido en dos partes claramente diferenciadas; la primera de ellas donde se exponen en la forma más concisa posible las conclusiones obtenidas, y un voluminoso apéndice de datos donde, prácticamente, aparecen todos los resultados de los análisis y mediciones efectuados, en un intento de facilitar la labor investigadora o de comprobación de aquellas personas que se interesan en uno cualquiera de los temas que componen este proyecto.

Toda vez que esta programación investigadora no es nuestra, sino que nos hemos inspirado para su realización en trabajos realizados fuera de España, principalmente en Francia, podemos afirmar que puede esta metodología de la investigación servir de pauta para posibles estudios que se realicen a posteriori, habiendo por ello en el Anteproyecto algunas técnicas de estudio no existentes en nuestro país y, por lo tanto, no realizados los mismos, pero, que cuando existan, podrán encontrar una aplicación más en estos temas.

1.2. Antecedentes

La Cueva del Reguerillo se abre en el denominado Cerro de la Oliva, cerca de Petones-Madrid (Fig. G-1) y no podemos decir que su existencia se deba a un descubrimiento reciente ya que numerosos grabados de edad auríñaciense (Fig. Pñ-83) nos confirman su habitación por el hombre paleolítico. Posteriormente fueron los nómadas neolíticos los que, sin lugar a dudas, habitaron la caverna y en ella realizaron numerosos enterramientos como lo prueban restos de cráneos de varios individuos que se encontraron al igual que los grabados en el denominado I Piso.

Podemos, de igual manera, afirmar que la cueva no permaneció ignorada a los pobladores de los dos castros de la Edad del Bronce, que se encuentran en la hombrera del cerro, pues se han encontrado vestigios de cerámica

en esta cavidad, también han aparecido en otras muchas cuevas de este mismo cerro.

Si nos remontamos a la Edad Media, existe una cierta tradición local en la que se cita a esta caverna como prisión árabe y, ya dentro de la fantasía, esta caverna fué habitáculo de un gran dragón al que un esforzado caballero dió muerte y una de cuyas costillas se conservaba en un convento de la cercana villa de Uceda.

CASIANO DE PRADO, en el pasado siglo, desengañó a los ilusionados poseedores de este recuerdo impar, pues vió que solamente se trataba de una costilla, eso sí, de ballena, traída a estos predios Dios sabe por qué errante pescador.

Ya entrado en la historia, parece ser que los arciprestes de Torrelaguna, población distante unos 11 kms tenían por costumbre visitar la cavidad y dejar algún grafito en el que constaba su atrevida hazaña, la inscripción más antigua que se conserva data de 1.687. Posteriormente, las paredes de la Sala del I Piso se han visto invadidas por grafitos, la mayoría procedentes de lugareños.

También en el pasado siglo, PUIG y LARRAZ la visitó con el fin de incluirla en su gran obra "Cavernas y Simas de España". Luego fue visitada por el ABATE BREUIL (1916) el cual ya citó algunos de los grabados, los cuales fueron finalmente calcados y estudiados por D. MANUEL MAURA en el año 1.936.

En 1931 fue visitada por D. MANUEL MAURA y PEREZ DE BARRADAS que, a raíz de ello, publicaron un croquis bastante acertado adornado con pintorescos nombres (Fig. H -2 (N.O. -2)).

Fue con la creación del Canal Alto del Atazar, cuando con unas voladuras se abre al espeleólogo el corazón de la cavidad, que de doscientos metros de recorrido, pasa a tener varios kilómetros, distribuidos en tres Pisos y un laberinto.

Se realiza la primera topografía seria de la cavidad, a cargo del Departamento de Hidrología Continental y Científica del Centro de Estudios Hidrográficos del M.O.P. Realizándose el primer estudio de la cavidad por el Sr. ANGEL HERNANZ, tras lo cual la cavidad cae en el ostracismo científico, si exceptuamos la rápida visita del Sr. MONTUPIA POUS que le permite hacer una curiosa publicación sobre glaciario dentro de la cavidad.

En 1965, el G.E.M. (Grupo Espeleológico de Minas) realizó, en unión del G.E.Q. (Grupo Espeleológico Querneto) la primera excavación de la cavidad, aunque sólo fué recogida de una serie de restos de "Capra hispánica" que se encontraban cementados en el fondo de un "gour". Durante aquella campaña, se excava la zona marcada en el plano, extrayéndose tres esqueletos completos y diversos restos, todos de la misma especie, aunque de diferentes edades.

Mientras tanto, la cavidad continuaba siendo visitada por un buen número de deportistas, que no aportaron nada nuevo sobre su conocimiento topográfico, aunque enriquecieron la epigrafía de sus paredes con frases más o menos mundanas atestiguando amores pasajeros.

En 1970, el Ministerio de Educación y Ciencia concedió a la Cátedra de Estratigrafía y Paleontología de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid un fondo de investigación para llevar a cabo un estudio de la cavidad, según el Anteproyecto que luego se expone.

Deseamos desde aquí manifestar nuestro agradecimiento al Dr. ALONSO, del C.S.I.C. el cual nos estudió las muestras de microscopia electrónica / al Sr. ILARRI del I.G.M.E. - que nos estudió los elementos de traza en el espectrómetro de masas / Al Gabinete de Aplicaciones Nucleares a las Obras Públicas, que nos dató las muestras de C-14 y nos permitió una estancia de un mes para práctica del método/ Al Departamento de Preparación de Menas del I.G.M.E. por las granulometrías realizadas/ a la Cátedra de Minerología de la E.T.S.I.M. de Madrid por los análisis de RX - realizados/ a la Cátedra de Química de la E.T.S.I.M. de Madrid que nos permitió realizar las complexometrías para la valoración del calcio y de los fosfatos/ Al Departamento de Geología del I.G.M.E. en la persona de su Director D. MANUEL MARIA ALVARADO, que permitió la realización de este trabajo, estando el autor contratado en dicho organismo.

Hemos citado una serie de organismos que con gran generosidad se prestaron a realizarnos los estudios pertinentes pero no quisiéramos hacer de dejar cumplida mención de una gran pléyade de espeleólogos que, con entrega y voluntad, son realmente los que han permitido este estudio, - que supera, con mucho, a lo que nuestras fuerzas individuales hubieran podido lograr.

Citaremos aquí los grupos e individuos por orden cronológico.

Al G.E.M. y G.E.Q. con los cuales se realizó la primera excavación.

Al G.E. Estrella Polar, que corrigió parte de la topografía.

Al G.E.I.S. por su magnífica labor de exploración que llevó a descubrir gran cantidad de galerías nuevas entre ellas la que lleva su nombre.

Al Grupo Espeleológico Standard que abrió la entrada nueva, permitiendo así la excavación paleontológica, en la cual solo intervinieron miembros de este grupo.

A los Srs. ROMAN GARCIA y RAFAEL COBO que colaboraron en la excavación, en la labor ingrata de las mediciones y en la topografía.

A los Srs. HERMENEGILDO MORELL
CARLOS PUCH
CARLOS ANTON
JOSE LATOVA
ANTONIO PEREA

En los cuales descansa con prioridad gran parte de la infraestructura de este trabajo: Han topografiado de nuevo la cavidad, han colaborado en las mediciones, han revelado miles de fotografías con destino al trabajo final y - en la actualidad constituyen un grupo insustituible de colaboradores.

1.3. Anteproyecto

1.3.1. ESQUEMA DE TRABAJOS GENERALES DE INVESTIGACION A
REALIZAR EN LA CUEVA DEL REGUERILLO (MADRID).

TOPOGRAFIA Y REPLANTEAMIENTO DE LA CAVIDAD

LABORES DE ACCESO DE ACONDICIONAMIENTO Y DE CIERRE

	GRAFIAS
	ARQUEOLOGICOS
ESTUDIOS PROPIOS	PALEONTOLOGICOS
	CLIMATOLOGICOS
	SEDIMENTOLOGICOS
	BIOLOGICOS

1.3.2. DIAGRAMA DE INVESTIGACION SEDIMENTOLOGICA

Estudios de <u>estructuras y texturas</u> - de sedimentos	Levantamiento de serie Obtención de bloques - de sedimentos
Métodos físicos	Clasificaciones granulo <u>métricas</u> Minerales pesados Petrografía en láminas delgadas Morfometría y morfoscopia Espectrometría (oligo <u>elementos</u>) Determinación Rayos X de Microscopio - arcillas Electrónico
Prospección Columna es- tratigráfica Muestras	Métodos químicos
	Estudio de arcillas pH metría Fosfatos Carbonatos por tinción Contenidos de hierro

1.3.3. DIAGRAMA DE DATACIONES ABSOLUTAS

	Antigüedades absolutas por C-14
Técnicas Nucleares	Antigüedades absolutas por - U-234/U-238
	Paleotemperaturas por O-18

1.3.4 DIAGRAMA DE INVESTIGACIONES BIOLOGICAS
=====

Climatología

Estudio de factores
abióticos

Sustratos de los
biotopos

Naturaleza del sustrato
sólido

Análisis inorgánico del
agua

Microbiología del agua

Balance microbio-
lógico

Microbiología de limos
y arcillas

Microbiología de atmós-
fera

Estudio de la
biocenosis

Balance faunístico

Estudio de especies

Estudio de especies

Balance botánico

Estudio de especies
en focos artificiales

Estudio de cultivos de
especies introducidos,
tropismos y reacciones
y aplicación a estudios
de otras cavidades

Agentes inorgánicos contaminantes

Materia orgánica Exógenas
Agentes inorgánicos contaminantes
Endógenas

Materia orgánica
Exógenas

Heterótrofas

Endógenas

Autótrofas

Heterótrofas

Autótrofas

Heterótrofas

Autótrofas

Especies autóctonas

Autóctonas

Invasión reciente

Especies existentes Algas
autóctonas o introducidas Hongos

1.3.5. ESQUEMA DE TRABAJOS DE INVESTIGACION PALEONTOLO-
GICA.

	Polenes	Separación gravimétrica	Separación por flo- tación Clasificación Informe
Levantamiento topográfico	Macrofauna	Limpieza y	Clasificación taxo- nómica
Excavación		Restaura--	Anatomía comparada
Cuadriculado y coordenadas		ción	Biometría estadísti ca Informe
	Microfauna		Clasificación taxo- nómica
		Limpieza y	Anatomía comparada
		Restaura--	Biometría estadísti ca Informe
		ción	

1.3.6. DIAGRAMA DE INVESTIGACION CLIMATOLOGICA

	Temperatura seca
	Temperatura húmeda
En el aire de	Velocidad y sentido de la co-
la cavidad	rriente de aire
	Presión parcial de carbónico
	a distintos niveles
	Padiación
	Ionización
Mediciones	Presión parcial de carbónico
	disuelto
En el agua de	pH
la cavidad	Temperatura
	Agresividad
	Evaporación
En la atmósfe	Presión parcial de carbónico
ra exterior	Pluviometría
	Termometría
En la roca de	Gradiente térmico
la cavidad	Ionización

1.3.7. LABORATORIO FOTOGRAFICO

Procedimientos y Técnicas

1.3.7.1. FOTOGRAFIA PARA LOS TRABAJOS DE SEDIMENTOLOGIA

METODOS FISICOS

Clasificación granulométrica	Macrofotografía	Blanco-negro, Polarizada Color - Polarizada Especial Contraste de fase Agfa-Contour
	Microfotografía	Blanco-negro, Polarizada Color, Polarizada Contraste de fase Especial Ionográfica Agfa-Contour
Separación densimétrica	Macrofotografía	Blanco-negro, Polarizada Color, Polarizada
	Microfotografía	Blanco-negro, Polarizada Color, Polarizada Especial, Contraste de fase.
Petrografía en láminas delgadas	Microfotografía	Blanco-negro, Polarizada Color, polarizada Infrarrojo Fluorescencia Contraste de fase Ionográfica Agfa-Contour
Fotografía de estructuras	Macrofotografía sedimentológica	

1.3.7.2. FOTOGRAFIA PARA LOS TRABAJOS DE BIOLOGIA

Factores abióticos sustrato de biotopos

Naturaleza del sustrato solido	Conjunto	Blanco-negro Color Especial, Infrarrojo
	Macrofotografía	Blanco-negro Color Especial-Infrarrojo

Estudio de la Biocenosis

Balance microbiológico	Microfotografía	Blanco-negro Color
		Infrarrojo Especial Ultravioleta Ionográfica
Balance Faunístico	Macrofotografía	Blanco-negro Color
		Blanco-negro Alto contraste Bajo contraste Color Especiales, Infrarrojo
Balance Botánico. Estudio de especies en focos artificiales.	Microfotografía	Blanco-negro Alto contraste Bajo contraste Color
		Infrarrojo Especiales Ultravioleta Fluorescencia

1.3.7.3. FOTOGRAFIA PARA LOS TRABAJOS DE GEOMORFOLOGIA

<u>Externas</u>	Formas kársticas	Panorámicas	Blanco-negro Color
		Conjuntos	Blanco-negro Color
		Detalle	Blanco-negro, normal
		Panorámicas	Blanco-negro, normal Color
		Detalle	Blanco-negro Color
<u>Internas</u>		Normal	Blanco-negro, normal (Panorámica) Color, Panorámica Especial, Infrarrojo, Fluorescencia
		Macrofotografía	Blanco-negro Color Especial, Ultravioleta
	Cristalizaciones	Microfotografía	Blanco-negro Infrarrojo

1.3.7.4. FOTOGRAFIA PARA LOS TRABAJOS DE PALEONTOLOGIA

Pólenes

Macrofauna	Normal
	Bajo-contraste, Blanco-negro

Microfauna	Normal
	Bajo-contraste, Blanco-negro

1.4. Geología de la zona

La Cueva del Reguerillo se encuentra situada en el término de Patones, partido de Torrelaguna, provincia de Madrid. - Fig. G-1 (N.O. - 3).

La geología de la zona ha sido sintetizada fundamentalmente de la Hoja a escala 1:50.000-485 (Valdepeñas de la Sierra) realizada por SERAFIN DE LA CONCHA, de la Hoja 510 - (Marchamalo) por MARTIN y LEYVA, y de la tesis doctoral de D. FRANCISCO CORCHON, a quien expreso con estas líneas mi agradecimiento al permitirme tomar datos de la misma.

Así pues, en cuanto a geología de campo, nos hemos limitado a realizar observaciones de campo y a completar y comprobar la cartografía existente.

La zona geológica que nos interesa, por estar situada en ella el paleokarst estudiado, abarca un área equivalente a un cuarto de hoja a escala 1:50.000, Fig. G-2 (N.O. - 4) - repetida casi en partes iguales entre las Hojas de Valdepeñas de la Sierra y de Marchamalo, correspondiendo al vértice Suroeste de la primera y al Noroeste de la segunda.

Si nos desplazamos en dirección N-S y nos referimos solamente a terrenos antepliocenos, encontramos: Paleozoico, - Cretácico, Paleogeno y Neogeno. En las partes altas arrasadas aparece la raña y en las depresiones se instauran los cuaternarios.

Por tanto, para el estudio geológico regional, describiremos cada uno de los términos anteriormente citados dentro de su marco litológico, paleontológico, tectónico y paleogeográfico.

1.4.1. Paleozoico

Encontramos una gran extensión de terrenos Silurianos, datados paleontológicamente como Ordoviciense, que litológicamente se tratan de pizarras ampelíticas y silíceas de coloraciones variables, aunque casi siempre de colores oscuros, que van del negro al verde oliva. Localmente se observan algunas pasadas cuarcíticas.

PRADO y de la CONCHA citan las siguientes especies fósiles

Cruziana bronni, ROUALT
Cruziana prevosti, ROUALTA
Cruziana torrubias, PRADO
Cruziana furcifera, d'ORB
Vexillum halli, ROU
Vexillum movierli, SAP
Scolithus linearis, HALL

Fauna que permite la datación de estos terrenos como Ordoviciense.

Las cuarcitas y pizarras forman numerosos pliegues de pequeño radio de curvatura, lo que explica su intensa fracturación, con fuertes buzamientos. Dispuesto el conjunto en anticlinorios y sinclinorios, con una vergencia constante hacia el E, excepto en la zona NE donde las pizarras afectadas por pequeñas fallas transversales vergen hacia el Oeste (DE LA CONCHA 1.962).

A favor de la intensa fracturación, se han desarrollado - pequeñas mineralizaciones hidrotermales, siendo frecuente encontrar rastros de pirita, los cuales, por supuesto, no poseen interés minero alguno, pero son la fuente de iones férricos, tras la alteración limonítica de la pirita, para la formación de glauconita y goetita.

En la orogenia alpina, al cesar las compresiones todo el zócalo paleozoico se fractura intensamente.

1.4.2. Cretácico

El estudio geológico del Cretácico presenta gran interés, debido a que sobre él se asienta el paleokarst centro de este estudio.

Encontramos el Cretácico en una estrecha banda que corre en dirección NE-SW, dispuesta en su parte visible como - una potente serie monoclinál que se apoya discordantemente sobre las pizarras silúricas buzando unos 30°, aunque por geofísica se ha comprobado que un poco más hacia el - Sur, bajo la cobertura terciaria, pasa a adoptar una posición horizontal o subhorizontal.

En la zona los afloramientos constituyen el borde de cuenca del mar cretácico, por ello los aportes de terrígenos son muy importantes.

La dirección predominante de los pliegues SW-NE, se debe posiblemente a la influencia de los movimientos ascensionales de las sierras situadas al N.

Todos los afloramientos cretácicos actualmente conservados, se localizan en zonas topográficamente deprimidas, - donde al quedar rápidamente recubiertos por sedimentos detríticos, quedaron preservados de la erosión, los sedimentos calizos que probablemente cubrían zonas más altas, depositados en la gran transgresión cretácica, han sido totalmente arrasados.

Todos los afloramientos cretácicos pertenecen a sus tramos superiores, pudiéndose distinguir dos formaciones litológicamente diferentes en cuanto a su cronología referida a la gran transgresión cenomaniense.

1.4.2.1. Formación Detrítica

En contacto directo, discordante, con el Silúrico, a veces por medio de un "hard ground" encontramos el tramo detrítico de la base del Cretácico el cual se sigue perfectamente en todo su contacto pues no da escarpes, sino suaves laderas aunque parcialmente coluvionadas. Se presenta en forma de unas arenas y areniscas de tamaño predominantemente grueso, con algunas intercalaciones de niveles de arcilla y cantos de tamaño grava media, los granos de arena en general están poco trabajados, son angulosos o subangulosos. También esta formación lleva intercalados pequeños niveles de margas y calizas arenosas.

Las arenas suelen estar poco cementadas, llevan partículas carbonosas y con lupa se observan abundantes cristales de glauconita. En algunas zonas se observa estratificación cruzada, tienen colorido variable pero, en general abigarrado, rojo, verde, marrón y amarillento típicos de

la facies Utrillas, de edad Albiense. un paquete cenomaniense

Todo ello hace pensar en un régimen mixto de depósito con interacción continental y marina, la glauconita se ha formado a partir de iones férricos arrastrados desde las pizarras silurianas y precipitados en un régimen de cierta salinidad y reductor.

Se observa una gradación en los depósitos que hacia la base son más detríticos y hacia el techo llevan calizas detríticas y margas que indican por tanto, un medio con mayor predominancia marina y preludian la gran transgresión cenomaniense. Podría pensarse incluso que estos últimos tramos pudieran ser de edad Cenomaniense.

1.4.2.2. Serie calcárea

Concordante sobre el tramo detrítico anteriormente descrito, encontramos una potente serie calcárea, cuya edad va desde el Cenomaniense al Senoniense, aunque en la cartografía no se ha separado en la descripción litológica que se hará en las siguientes líneas vamos a separar cada uno de estos tramos, que en conjunto dan una potencia de unos 95 metros.

Corresponde a la gran transgresión Cenomaniense todo este conjunto, con la peculiaridad de corresponderse con el borde de la cuenca marina, lo cual justifica las cantidades importantes de terrígenos que aparecen en las calizas

1.4.2.2.1. Cenomaniense-Turonense

En la base encontramos un paquete de alternancias de calizas margosas, calizas, calizas arenosas y areniscas, con tramos muy dolomitizados.

Petrológicamente se trata de micritas y dolomicritas muy recrystalizadas. Suelen llevar óxidos de hierro y glauconita, resultante de la interacción de aguas continentales cargadas de iones férricos con aguas marinas, este hecho y la presencia de niveles ricos en materia orgánica indican un medio reductor y un borde de cuenca.

Por otro lado, la alternancia de secuencias calizas más o menos puras y areniscas indican pulsaciones locales en el ámbito de la transgresión.

DE LA CONCHA cita la siguiente fauna para esta formación:

Exogyra flabellata, d'ORB

Pachytraga lapparenti, PAQUIER

Enallaster greenowi, d'ORB

Holaster latissimus, AGASSIZ

Epiaster varunensis, d'ORB

Pecten matronensis, d'ORB

Janira alpina, d'ORB

Cardium alteratum (?), d'ORB; y la asociación de microfau-
na (FUSTER, FEBREL, DE PEDRO)

Valvulineria sp.

Globigerina sp.

Quinqueloculina sp.

Textularia sp.

Gandryina sp.

Asociaciones que permiten suponer una facies marina epi--
continental de edad Cenomaniense-Turonense.

1.4.2.2.2. Senoniense inferior

Sobre la formación anteriormente citada, aparece una al--
ternancia de calizas y margas calcáreas muy tableadas con
una coloración blanquecina o amarillenta. En esta forma--
ción se abre el Primer Piso de la Cueva del Reguerillo. -
Petroológicamente, se trata de calizas arenosas, calizas -
algo margosas, calizas dolomíticas y dolomias calcáreas,
muy duras y compactas y con un grado de recristalización
elevado.

No se han encontrado fósiles en este tramo. Posiblemente
han desaparecido a causa de la dolomitización.

El contenido de magnesio es elevado en estas calizas.

Evidentemente no puede suponerse una gran alteración de -
la línea de costa en este período con relación a la del -
paquete anterior. Por la alternancia de tramos calizos y
arenosos cabe afirmar que se producen pulsaciones dentro
de la transgresión generalizada en el Cretácico Superior.

Por analogía con formaciones litológicamente similares de
las Ibéricas se da a este tramo una edad Coniaciense-San--
toniense (Senoniense inferior).

1.4.2.2.3 Senoniense superior margoso

Sobre el término anteriormente descrito, encontramos un -
tramo margoso de color amarillento, el cual resulta fácil--
mente erosionable dando perfiles cóncavos, que se apre--
cian perfectamente en la Fig. GE-5 (N.O. - 12), tomada en
la parte alta del Cerro de la Oliva. Curiosamente, esta -
formación y la suprayacente citada anteriormente, han sido
totalmente eliminadas por la erosión en la mitad Este del
Cerro de la Oliva, de tal forma que todo el Primer Piso -
de la Cueva tiene una cobertera rocosa muy fina, creemos
que en ocasiones inferior a un metro, esto resulta un da--
to de interés a la hora de interpretar las variaciones -
climáticas en el interior de la cavidad.

Litológicamente, se trata de calizas margosas y margas -
arenosas con calcita recristalizada, con menor contenido
en magnesio que las precedentes y algunos óxidos de hie--
rro.

Por su mayor contenido en arcillas, cabe atribuir este -
término a un medio de sedimentación más profundo que los
precedentes, tratándose pues de uno de los momentos más -
avanzados de la transgresión cretácica lo que permite que
en esta zona puedan depositarse sedimentos correspondien--
tes a un mar profundo.

Por su posición estratigráfica y por comparación con zo--
nas litoestratigráficamente semejantes a este término se
le puede dar una edad Senoniense.

1.4.2.2.4. Senoniense superior calizo

Sobre el término citado en las líneas anteriores, encon--
tramos un paquete de calizas compactas blanquecinas, a ve--
ces rosadas y nodulosas que constituyen el techo de la se--
rie.

Se trata de calizas arenosas con tramos arenosos y dolomíticos, que petrográficamente se pueden identificar como pseudosparitas con dolomitización secundaria, micritas, microsparitas, biomicritas, dolosparitas y pelesparitas.

Paleontológicamente no han sido datadas, ya que en lámina transparente solo se ha visto una *Valvulammina* sp. y restos de algas *Dasycladaceas*, aunque por su posición estratigráfica pueden datarse como pertenecientes al Senoniense, correspondiendo al igual que el tramo inferior a un medio de sedimentación más profundo, aunque siempre en borde de la cuenca. Esta formación se ve en el campo con pequeños lapiares y perforaciones cilindroideas.

1.4.2.2.5. Senoniense superior detrítico.

Sobre las calizas anteriores, y solo en la zona del Pontón de la Oliva, se observan unos conglomerados de potencia variable y de coloración rojiza. Son cantos angulosos de caliza fuertemente cementados, que constituyen una brecha intraformacional formada a partir de deslizamientos subacuáticos.

Tradicionalmente se han datado como Oligoceno, aunque algunos autores, fundándose en comparaciones litológicas con zonas de las Ibéricas, estratigráficamente conocidas, más acertadamente le atribuyen una edad Senoniense superior (PEREZ GONZALEZ, VILAS MINONDO, BRELL PARLADE, BERTO LIN PEREZ).

La formación de estas brechas indica pequeños desequilibrios en la cuenca con los inicios de una regresión que volvería al mar a sus límites iniciales.

1.4.3. Oligoceno

El Oligoceno aparece representado fundamentalmente en el Oeste de la zona de la cartografía, no aparecen fósiles que permitan su datación, si bien S. DE LA CONCHA cita en la Puebla del Vallés un yacimiento con *Limnea marginata*, SAND.

Existen dos afloramientos, uno al NW y otro en la margen izquierda del río Jarama más alto estratigráficamente.

En el primero de los afloramientos se ha establecido la columna estratigráfica siguiente:

6 metros de yeso de grano fino e intercalaciones de margas yesíferas.

El yeso se presenta bajo formas y coloridos diversos.

En la fracción de arena hay un alto contenido de fragmentos de caliza recristalizada.

70 metros de margas yesíferas limoso-arenosas con niveles de yeso.

16 metros de yesos con intercalaciones de margas limoso-arenosas yesíferas, las arenas corresponden a caclititas.

44 metros de margas y arenas yesíferas con niveles de yeso fibroso.

24 metros de alternancia de margas con niveles de arenas yesíferas, yeso fibroso, el conjunto es de una coloración rojiza.

40 metros de margas arenosas verdes, con gran contenido en yeso se observan cristales de piritá. La fracción arena es tá bien redondeada y lleva estauroлита y rutilo.

14 metros de yesos en bancos, color gris verdoso.

40 metros de margas arenoso-limosas, con niveles de arenas yesíferas y yesos.

18 metros de yeso fibroso en bancos de color grisáceo.

La columna estratigráfica del otro afloramiento es la siguiente:

40 metros de arenas yesíferas con niveles potentes de yeso fibroso.

5 metros de conglomerados calizos.

60 metros de yesos y arenas yesíferas con nivelitos de conglomerado.

80 metros de margas yesíferas, yesos y arenas yesíferas - con niveles de conglomerados y microconglomerados.

Puede verse en estas dos series evaporíticas que la más alta se hace mucho más detrítica, es decir, que la serie evaporítica que inicialmente se comienza a depositar tras la regresión post-cretácica, se hace marcadamente detrítica - en su parte alta recibiendo materiales procedentes de la erosión de los macizos paleozoicos y mesozoicos.

Estas formaciones posteriormente resultarán muy afectadas por los plegamientos mesoalpinos, y encima de ellas se situarán los depósitos totalmente detríticos miocenos.

1.4.4. Mioceno

Tras la orogenia mesoalpina comienzan los depósitos de detríticos correspondientes al Mioceno.

Se han distinguido dentro del Mioceno diversas secuencias sedimentológicas que como tales han sido separadas en la cartografía. Fig. G-2 (N.O. - 4) y Fig. G-3 (N.O. - 5).

1.4.4.1. Zona A

Está representada por canales de dirección NO-SE con un paso gradual tanto longitudinal como transversal a materiales detríticos más finos.

Es imposible citar una serie tipo ya que el medio de depósito es fluvial más o menos torrencial con muchos cambios laterales. Una columna de las muchas que pueden levantarse, diferentes entre sí, sería:

13 metros de arkosas potásicas con grava, englobando cantos de granito muy alterados, fragmentos de micasquistos y micacitas.

10 metros de arkosas potásicas semejantes a las anteriores, pero con mayor cantidad de cantos graníticos.

7 metros de arkosas con gran cantidad de cantos, en general, orientados.

Otra columna:

3 metros de arkosas limoso-arcillosas con abundantes frag-

mentos líticos de micasquistos.

15 metros de arkosas potásicas con abundante limo y arcilla, bolos de granito alterado.

27 metros de arenas-arkosicas, limoso arcillosas, con nivelitos de cantos cuarcíticos y micasquistos.

Las curvas acumulativas Fig. G-4 (N.O. - 6), muestran que se trata de un régimen fluvial con corrientes irregulares y torrenciales.

La mineralogía de la fracción arena es cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca metamórfica.

Los minerales pesados son procedentes de arenas metamórficas: Biotita, muscovita, fibrolita, turmalina, estauroilita, granates, sillimanita, apatito, circón y cordierita.

1.4.4.2. Zona B

Es una zona de mezcla de sedimentos, grandes bloques con grandes cantidades de arcilla corresponde a un régimen fluvial de alta energía.

20 metros de arena limoso arcillosa con grava e intercalación de conglomerado de cantos metamórficos.

5 metros de conglomerados con matriz arenoso-arcillosa, cantos todos ellos de carácter metamórfico.

13,5 metros de pizarrarenita feldespática limoso arcillosa.

21 metros de conglomerados con matriz arenosa con intercalaciones de arkosas potásicas.

9 metros de litarkosas limoso-arcillosas con nivelitos de conglomerados.

25 metros de pizarrarenitas con intercalaciones de arenas feldespáticas.

10 metros de conglomerados con intercalaciones de litarkosas limoso-arcillosas.

La mineralogía de la fracción arena da como componentes mayoritarios: fragmentos de rocas metamórficas, calizas, cuarzo y feldespato.

Los componentes accesorios más frecuentes son: Biotita, muscovita, apatito, fibrolita, cordierita y estauroilita.

1.4.4.3. Zona C

Esta zona corresponde a depósitos de carácter fluvial más organizados que los precedentes, una columna parcial es la siguiente:

15 metros de litarenitas feldespáticas limoso arcillosas.

5 metros de arkosas potásicas limoso arcillosas con fragmentos de rocas metamórficas.

15 metros de fangolitas muy arenosas, arena-arkosa feldespática, con fragmentos de roca metamórfica.

10 metros de pizarrarenita feldespática con limo y arcilla.

La fracción arena lleva cuarzo, feldespato y fragmentos líticos como componentes mayoritarios y como accesorios: moscovita, biotita, fibrolita, estaurolita, turmalina, - apatito, granates, cloritoide, epidota, opacos, distena, cordierita y circón.

Como resumen de todo lo anteriormente dicho para los depósitos miocenos citados: Vemos que se trata de depósitos fluviales en los que predomina alta o media energía de transporte, que la litología dominante, tanto en cantos - como en la fracción arena corresponde a materiales aportados de las rocas eruptivas y metamórficas y que los componentes calizos arrastrados desde los afloramientos Mesozoicos son raros.

Se supone que los depósitos miocenos citados en los apartados precedentes se han depositado en un ambiente continental árido con un régimen fluvial torrencial que favorecía grandes transportes en zonas cercanas al borde de la cuenca.

1.4.5. Plioceno

Al Plioceno se atribuyen los extensos depósitos de superficie plana y suavemente inclinados de arenas y cantos rodados que se denominan raña, que se cree formada bajo un clima árido y oxidante que ha favorecido la desforestación, de aquí que se produzca una intensa pérdida de vegetación lo que permite la movilización de extensas coladas de barro que recubren rápidamente amplias extensiones, - también puede haberse producido este fenómeno en una zona con una red fluvial no organizada, de aquí que estos depósitos no tengan estructuras definidas, aunque hay lugares en que se observa cierta orientación en los sedimentos.

Encontramos los depósitos de raña a una cota de 921 metros sobre el Silúrico y a unos 850 encima de los depósitos miocenos peniplanizados.

Se trata de cantos gruesos o incluso bloques, con una matriz arenoso arcillosa. Se nota un gran predominio de cuarcita junto con otros cantos menos abundantes de áreas metamórficas.

Es interesante hacer notar que casi todos los cantos de la raña se encuentran muy corroídos y en muchas ocasiones dotados de una patina ferruginosa fuertemente adherida. - Esto hace pensar en condiciones alternantes de precipitaciones intensas y xeroterminia extrema, todo lo cual está de acuerdo con las condiciones paleoclimatológicas, que, en líneas anteriores se sugería como condicionantes del depósito de la raña.

La raña posteriormente se erosiona con rapidez, pasando sus cantos a engrosar los depósitos cuaternarios.

1.4.6. Cuaternario

Evidentemente, en el Cuaternario se produce un cambio climático y morfológico transcendental, con una mayor abundancia de precipitaciones y con un nivel de base para los ríos mucho más bajo. Se produce un encajamiento y definición de la red fluvial.

Las sucesivas oscilaciones del nivel de base producen una serie de depósitos, terrazas, que quedan colgadas escalonadamente a diferentes alturas. Hay que plantearse cuál es el número de terrazas que existe en el Jarama: DE LA CONCHA da cuatro niveles de terraza, MARTIN y LEYVA para el curso del Jarama en la Hoja de Marchamalo dan tres niveles, PEREZ GONZALEZ, que ha dedicado varios años al estudio de las terrazas y de los fenómenos de hundimiento en el valle del Jarama da hasta nueve niveles de terraza en Casas de Uceda en la zona cartografiada.

Nosotros, debido al tipo de cartografía del trabajo, no representamos todos estos niveles, aunque corregimos unas terrazas altas, que DE LA CONCHA había dada como raña y que no pueden darse como tal, ya que se encuentran bastante por debajo del nivel de raña.

En el cerro de la Oliva hemos encontrado tres terrazas muy interesantes aunque muy erosionadas que indicaremos en el mapa puntualmente:

Una terraza que fosiliza una cavidad: La Cueva de la Escarhuela, unos fragmentos diminutos de terraza, que, al igual que el anterior, pertenecen al Lozoya y que fosilizan unas cavidades por debajo de la Cueva de la Campana, y, finalmente, una terraza mucho más baja, totalmente recubierta por coluviones y que se ha puesto al descubierto al realizar un camino. Son de gran interés por su relación con la génesis y funcionamiento de la Cueva del Requerillo.

Todas las terrazas del Jarama, aparte de materiales propios arrastrados desde el paleozoico, han heredado parte de los cantos de la raña a los que, a pesar del transporte relativamente corto, han liberado de su pátina ferruginosa, mejorando sus índices de redondez y de aplanamiento. En todas las terrazas del Jarama, es notoria la falta total de cantos rodados de caliza.

En las terrazas del Lozoya, también son muy poco frecuentes los cantos rodados de caliza, aunque es de hacer notar que los cantos rodados de rocas eruptivas no aparecen. Todos los cantos rodados proceden de áreas metamórficas. En un gran tanto por ciento, se trata de cantos de pizarra que al rodarse adoptan una curiosa forma elipsoidal.

También en esta zona son muy frecuentes y potentes los conos de deyección, toda vez que al tener los terrenos una elevada escorrentía predomina el régimen de arroyada. Encontramos gran cantidad de conos de deyección recientes y un cono de deyección fosilizado del río Lozoya, en su desembocadura al valle del Jarama desde la garganta de la presa del Pontón de la Oliva. Está compuesto por grandes cantidades de arcilla, procedentes de la alteración de la pizarra y grandes cantos y bloques de cuarcita y rocas metamórficas.

Los pie de monte son importantes, sobre todo en la zona de calizas, donde, a favor de la cuesta, grandes bloques se deslizan y acumulan en la base donde se meteorizan y alteran dando una zona donde están estos bloques redondea

dos y empastados en una matriz arcillosa producto de la -
descalcificación.

En las zonas de escarpes hay importantes fenómenos de des-
plomes de bloques.

1.5. Evolución Paleogeográfica

Vamos a ver ahora, en unas líneas resumidas, cuál ha sido la evolución geomorfológica regional, como síntesis de -
parte de lo anteriormente dicho y como aplicación de algu-
nos de los fenómenos que se producen en el Neogeno y Cua-
ternario. Basándonos en las teorías de la evolución de la
Cordillera Central de SOLE SABARIS. Fig. G-5 (N.O. - 7).

Evidentemente, el antiguo relieve Herciniano resulta fuer-
temente erosionado y los detríticos procedentes de este -
fenómeno se depositan en un área intermedia continental--
marina, dando los depósitos detríticos en facies Utrillas

Posteriormente, tiene lugar la gran transgresión cretáci-
ca, la cual instaura condiciones marinas de depósito en -
la zona, constituyendo la zona de calizas que aparece en
la cartografía parte del borde de cuenca. Por lo tanto, -
en esta zona los aportes de terrígenos son notablemente -
importantes y la alternancia de tramos arenosos con otros
calizos o margosos nos indica que la transgresión no cons-
tituye un fenómeno unitario, sino que durante ella han -
existido una serie de pulsaciones, de aquí que puede de-
cirse que la transgresión cenomaniense avanza a saltos.

Posteriormente tiene lugar la gran regresión post-mesozoi-
ca con la creación de pequeñas cuencas salinas cerradas -
que dan lugar a los intensos depósitos de evaporitas data-
dos como oligocenos. En este periodo parece haber habido
algunos desequilibrios en la cuenca, ya que en la base -
del Oligoceno se encuentran unos conglomerados calizos, -
procedentes de los terrenos cretácicos y que no serían di-
fíciles de interpretar como deslizamientos subacuáticos.

Con posterioridad a la gran tectónica miocena se produce
un rápido e intenso arrasamiento de las grandes zonas le-
vantadas. Curiosamente, en la zona cartografiada se han -
independizado sedimentológicamente zonas que pueden clara-
mente identificarse como paleocauces en una dirección de
aporte coincidente con los barrancos que actualmente se -
abren en la gran "cuesta" de caliza cretácica. Podemos -
afirmar que existen fallas de zócalo que fracturan en blo-
ques la caliza cretácica y que han actuado en el mioceno
como guías de los cursos de agua que desde zonas más ele-
vadas llevaban los materiales en régimen de arroyada has-
ta su posición actual; igualmente y ya en el cuaternario
han favorecido los abruptos abarrancamientos que arras-
tran grandes cantidades de cantos paleozoicos y mesozoi-
cos hasta el Jarama.

Antes de terminar el Mioceno cabe suponer que todas las -
depresiones se colmatan con los materiales producto de la
abrasión de las zonas levantadas quedando la Meseta con-
vertida en una gran penillanura.

Con la fase rodánica del plegamiento alpino se produce un

nuevo rejuvenecimiento del relieve con lo que la erosión se acentúa de nuevo depositándose las rañas y apareciendo la superficie de erosión correspondiente. Ya en el Cuaternario se produce una nueva reactivación a causa del descenso general del nivel de base. Hay un gran encajamiento de toda la red fluvial y a causa bien de fenómenos de neotectónica, de nuevos descensos del nivel eustático, o de ambos, se produce el depósito escalonado de los niveles de terrazas. En las zonas altas, el glaciario influye notablemente en el modelado del relieve.

En las líneas precedentes hemos expuesto en forma sintética la evolución geomorfológica regional, entraremos en los detalles relacionados con el karst tras realizar el estudio de la geomorfología kárstica con detalle.

1.6. Formas kársticas

Léxico de los términos franceses de espeleología física y karstología.

Por Bernard Geze.

Con la colaboración de M. AUDETAT, C. CHOPPY, P. DUBOIS, P. FENELON, A. MANGIN, H. PALOC y PH. RENAUL.

En la Union Internationale d'Espeleologie, existe una comisión que está trabajando en la confección de un diccionario terminológico del Karst, por lo que esta terminología que hemos tomado del francés solo posee un carácter provisional.

Léxico metódico de los términos usuales

1) KARST

Región constituida por rocas carbonatadas, compacta y solubles en las que aparecen formas superficiales y subterráneas características. Por extensión, el término puede ser utilizado para toda región de rocas solubles, sal, yeso, etc.

Sinónimo: Región kárstica.

Todo efecto de la karstificación en rocas karstificables.

2) KARSTICO, calificativo aplicable a todo lo que concierne al karst.

3) PSEUDO KARST

a) Región que presenta formas análogas a las del karst en rocas nada o poco karstificables.

b) Todo efecto análogo al del karst en rocas nada o poco karstificables.

4) PSEUDOKARSTIFICABLE

Calificativo aplicable a todo lo que conviene al pseudokarst.

5) KARSTIFICACION

Conjunto de procesos de génesis y evolución de las formas superficiales y subterráneas en una región kárstica o pseudokárstica.

6) KARSTIFICACIONES

Calificativo aplicado a todas las rocas sobre las cuales se pueden ejercer procesos de karstificación.

7) PAISAJE KARSTICO

a) Aspecto morfológico de la superficie de un paisaje karstico.

8) FORMAS KARSTICAS

Resultados morfológicos de la karstificación: Se distinguen las formas kársticas superficiales (KARST SUPERFICIAL) y las formas kársticas subterráneas (KARST PROFUNDO)

9) FENOMENOS KARSTICOS

Término muy general aplicándose a la vez al conjunto de formas kársticas y al proceso que las determinan y desarrollan.

10) KARSTOLOGIA

Estudio científico de las regiones y los fenómenos kársticos y pseudokársticos.

11) ESPELEOLOGIA

Exploración y estudio de las cavidades subterráneas naturales, así como los fenómenos que allí se observan.

12) ESPELEOGENESIS

Acción del conjunto de procesos que determinan la formación de cavidades subterráneas naturales. Estos procesos se relacionan con los fenómenos generales de erosión y corrosión.

13) EROSION

a) Sentido general: acción de todos los factores de destrucción de las rocas.

b) En sentido particular acción única de los factores dinámicos en el dominio del Karst, el término de Cavitación ha sido a veces utilizado como sinónimo de erosión subterránea de una manera errónea. Se trata, en efecto, de un mecanismo hidráulico muy bien definido. Su empleo debe ser eliminado del lenguaje corriente. El término eversión se ha aplicado como sinónimo de erosión turbulenta.

14) CORROSION

a) En el dominio del karst es la disolución de una roca por vía física o química.

b) Disolución de la roca en sentido químico bajo la acción de los ácidos, principalmente el anhídrido carbónico, - corrosión propiamente dicha.

La corrosión está incluida en la erosión en su sentido.

a) pero se opone en el sentido b).

15) CAVERNAMIENTO

a) Perforación de cavidades subterráneas naturales en un karst.

b) Volumen de cavidades naturales en un karst.

16) INDICE DE CAVERNAMIENTO

Relación del volumen de cavidades subterráneas, al volumen total del macizo kárstico.

17) EXCAVACION

Acción de perforar en el suelo, sinónimo de cavernamiento en el caso de un karst.

b) Resultado de esta acción: Una caverna es el resultado de una excavación.

18) INDICE DE EXCAVACION

Volumen expresado en hectómetros cúbicos, del paralelepípedo rectangular envolviendo al conjunto de la cavidad subterránea o más generalmente de una red espeleológica. Está definido por la fórmula: $E = L \times H \times l$.

L distancia horizontal entre los extremos contada en línea recta.

H desnivel entre el punto más bajo y el más alto.

l distancia horizontal entre las separaciones extremas perpendiculares a la línea definida por L.

19) DENSIDAD KARSTICA

Número de aberturas de cavidades subterráneas reconocidas para una superficie dada de una región kárstica. Por extensión la densidad puede ser definida para una unidad de superficie cualquiera.

Sinónimo aproximativo: Índice de karstificación: Número de cavidades por Km cuadrado.

20) CAPITAL KARSTICA

Conjunto de formas karsticas anteriores, las cuales se heredan en una nueva fase de karstificación.

Sinónimo: Herencia kárstica.

21) TIPOS DE KARST

Karst caracteriza por un criterio dominante particular: de orden geográfico, geológico, hidrogeológico o evolutivo.

Los autores han definido un gran número de tipos de karst de los cuales los más conocidos se han distinguido a partir de los criterios siguientes:

1. Criterios geográficos.

1.1. A partir del clima.

1.2. A partir de las características regionales. Las dos características citadas, con frecuencia se dan mezcladas.

1.3. A partir de la vegetación.

1.4. A partir de la altitud y de la topografía.

2. Criterios geológicos.

2.1. A partir de la roca karstificable.

2.2. A partir de la estructura tectónica.

2.3. A partir del desarrollo y naturaleza de las calizas.

2.4. A partir de la existencia de una formación superpuesta a la roca karstificada.

3. Criterios hidrogeológicos.

4. Criterios relativos a la evolución morfológica.

4.1. A partir de la morfología prekárstica. (K. de penillanura, K. de cuesta ...).

4.2. A partir de la antigüedad y duración del proceso karstico (K. fósil, paleokárstico, K. reciente).

4.3. A partir de las formas superficiales dominantes (K. de pitones, K. de dolina, K. de cockpit).

4.4. A partir de la posición de la zona principal karstificable (K. superficial, K. profundo).

Anexo: Definición de algunos de los tipos de karst.

Karst cutáneo.- Formado debajo de un pergelisol.

Karst verde: Karst donde la cobertura vegetal enmascara casi totalmente la roca karstificada.

Karst desnudo: Karst desprovisto o casi de vegetación.

Karst cubierto.- Desarrollado bajo una formación no kárstica, se puede distinguir entre karst cubierto por una formación de débil espesor en general pedológica (karst subcutáneo) o bajo una formación más potente en general geológica.

Karst colgado.- Aislado encima del nivel de los valles por un sustrato impermeable.

Karst barrado.- El drenaje subterráneo se detiene bruscamente por un terreno impermeable.

Karst fósil:

a) Karst en las formas subterráneas están totalmente colmatadas. Si el relleno ha sido retirado tras una fase de erosión reciente se llama karst exhumado.

b) Por muchos autores, karst cuyas formas subterráneas no son utilizadas por circulaciones actuales.

Paleokarst.- Karst modelado en épocas geológicas antiguas. Generalmente pasa a ser un karst fósil.

Los términos Criokarst y Termokarst que han sido aplicados a fenómenos periglaciares no teniendo nada de kársticos, deben de rechazarse.

II. FORMAS DE SUPERFICIE

22) LAPIAZ

a) Formas superficiales debidas esencialmente a la corrosión en rocas karstificables de afloramientos o bajo cobertura pedológica.

b) Toda superficie de roca karstificable generalmente fisurada, marcada por las formas precedentes. Sinónimo: campo de lapiaz.

Los principales tipos de lapiaz (seg. A BOGLI) son los siguientes:

A. FORMAS EN HUECO

1. Formas ligadas a discontinuidades de la roca.

Lapiaz de diaclasas.

Lapiaz de juntas de estratificación.

2. Formas alargadas

Lapiaz de reguero.

Lapiaz de acanaladuras.

Lapiaz de meandros.

Lapiaz de flancos verticales.

3. Formas cortas

Agujeros de corrosión.

Lapiaz de cúpulas.

Lapiaz de agujeros.

Lapiaz redondo.

Lapiaz de marca de pasos.

Lapiaz en nido de pollos.

Lapiaz cavernoso.

Pozos de lapiaz.

B. FORMAS EN RELIEVE

1. Formas alargadas

Arista de lapiaz.

Espalda de lapiaz.

Encaje de lapiaz.

2. Formas cortas

Espina de lapiaz.

Mesa de lapiaz.

C. FORMAS COMPUESTAS

Lapiaz de puntas.

Lapiaz de platos.

D. FORMAS CLASIFICADAS POR SU SITUACION EN EL MEDIO

Lapiaz de caverna.

Lapiaz de bóveda.

Lapiaz de pared.

Lapiaz desnudo.

Lapiaz semidesnudo.

Lapiaz cubierto.

Lapiaz de resaca (marino).

E. FORMAS DEPENDIENTES DEL TIPO DE ROCA

Calizo.

Dolomítico.

Yesoso.

23. PASILLO KARSTICO

Fisura ancha, frecuentemente rectilínea entre dos paredes abruptas abierta o cerrada en sus extremos, situada bien en un lapiaz bien en el borde de un rellano kárstico en zonas de diaclasas o falladas.

24. DEPRESION KARSTICA

Término designando generalmente toda forma topográfica en hueco en la superficie de un karst. Puede ser abierta o cerrada.

25. DOLINA

Forma elemental de depresión kárstica, cerrada y simple. - Frecuentemente circular o elíptica, más ancha que profunda, fondo en embudo o plano. Se distinguen los principales tipos de dolinas:

Por su forma general:

Cónica de embudo.

Cilíndrica, en sopera, en cubeta, en pilón.

Mixta: en escudilla.

Según su perfil. Simétrica, asimétrica.

Según su planta. Redonda, oval, alargada, en estrella.

Según su agrupamiento

Coalescentes, encajadas, campo de dolinas.

A partir del factor genético, supuesto predominante.

De disolución, de hundimiento.

27. POZOS DOLINA, forma intermedia entre dolina y sima.

28. UVALA

Gran depresión kárstica, cerrada de forma cualquiera, de fondo accidentado, con frecuencia cribado de dolinas.

29. POLJE

Gran depresión kárstica cerrada, caracterizada por un fondo plano y contactos angulosos con las vertientes, con frecuencia son abruptas. Su drenaje es subterráneo, puede darse seco, ser atravesado por un curso de agua o inundado de forma permanente o temporal.

30. HUM

Mogote de roca "in situ" en un polje o por extensión de una llanura kárstica.

31. LAGO KARSTICO

Extensión de agua ocupando una depresión kárstica.

32. LAVOGNE

Lago kárstico de pequeña dimensión frecuentemente transformado artificialmente.

33. LLANURA KARSTICA

Gran superficie plana subhorizontal que puede cortar estructuras geológicas en rocas karstificables pero que permanece dominada por relieves kársticos o no.

Su drenaje puede ser superficial o no.

34. CANON

a) Valle profundo y estrecho con laderas subverticales. En el caso del karst el talweg está casi siempre seguido por un curso de agua alóctono.

b) Por extensión, en lenguaje espeleológico, galería subterránea estrecha de altas paredes abruptas. En esta acepción habría que indicar cañón subterráneo.

35. VALLE SECO

Valle antiguo excavado en un karst por un curso de agua superficial pero no presentando normalmente circulación subaérea.

36. VALLE CIEGO

Valle seguido, en un karst, por un curso de agua que desaparece en una pérdida ante una contrapendiente. Sin. Valle cerrado.

37. RETROCESO

Cabecera de valle entallando un karst, limitado hacia arriba por un escarpe en forma de circo en cuya parte inferior frecuentemente hay una surgencia kárstica.

38. PUENTE NATURAL

Arco rocoso ancho, uniendo las paredes de un cañón. Sin. Arco natural.

39. TOBA CALCAREA

Depósito de surgencia kárstica poroso y frágil formado en el exterior del punto de salida por incrustaciones de caliza en diversos soportes, a veces plantas.

40. TRAVERTINO

Depósito calizo sólido y duro formado por escorrentía exterior de aguas procedentes de una región kárstica.

Delante de una región kárstica hay con frecuencia paso de una zona de toba de surgencia a un travertino de glacis, luego a veces una caliza lacustre en una depresión, a medida que se aleja de la surgencia de la que proviene el agua incrustante.

III. FORMAS DE PROFUNDIDAD

A. Términos generales y grandes formas de excavación.

41. RED KARSTICA. Conjunto de conductos y de hendiduras

conectadas, de una unidad kárstica y en las cuales, circula, circula o puede circular aguas subterráneas. Puede ser dividido en red de conductos y red de hendiduras.

Sin aprox. Sistema kárstico.

42. RED ESPELEOLÓGICA. Parte de la red kárstica penetrable por el hombre.

43. CAVIDAD SUBTERRÁNEA

a) Todo hueco natural o artificial dentro de un macizo rocoso.

b) Para los espeleólogos: Hueco natural penetrable.

Sinónimos: Cueva, Gruta.

Numerosas cavidades subterráneas han sido designadas a partir del fenómeno hidrológico considerado como dominante: Pérdidas, surgencias, río, etc. o por un conjunto de términos: gruta-sima, pérdida-sima, etc.

44. GRUTA:

a) Sentido general cavidad subterránea penetrable por el hombre.

b) En sentido estricto: Cavidad subterránea penetrable abriéndose por un conducto subhorizontal. Por extensión, cavidad en la cual el desarrollo es próximo al horizontal, se hacen las distinciones: Gruta turística, gruta prehistórica, gruta helada y gruta en hielo.

45. ABRIGO BAJO ROCA

Cavidad natural de pequeño desarrollo pero anchamente abierta en una pared de roca y cuyo suelo es más o menos plano.

46. SIMA: Cavidad subterránea natural penetrable, abriéndose en superficie por un conducto cercano a la vertical y cuya profundidad es mucho más grande que su anchura. Sin: Pozo natural, abismo.

Se clasifican según su forma: en embudo, en campana, en diaclasa.

Según su posible funcionamiento hidrogeológico: Emisor, sumidero, alternante.

Según el factor genético supuesto predominante de erosión: de disolución, de hundimiento, tectónico, etc.

47. GALERIA. Conducto penetrable alargándose en sentido horizontal, en lenguaje espeleológico se distingue:

En diaclasa, rectilínea y alta, resulta de la ampliación de una diaclasa.

Túnel, galería importante de sección regular.

Pasadizo, galería corta entre dos elementos importantes de la cavidad.

Pasillo, galería de pequeña sección.

Divertículo, pasillo de pequeña sección saliendo de una galería principal y carrándose en fondo de saco.

Laberinto, conjunto de galerías de planta compleja.

Los términos genéticos, galería a presión, galería de caída libre, galería singenética, indicadora de régimen inundado, galería paragenética, de régimen con interacción de sedimentos, deben emplearse con la mayor prudencia pues, en general, no definen formas simples. Han sido empleadas con frecuencia para designar sentidos diferentes.

48. ESTRECHAMIENTO: Parte muy estrecha para el hombre en un conducto penetrable.

En lenguaje espeleológico: Gatera, sección redondeada, La minador: ancha y baja.

Diaclasa estrecha: alta y estrecha.

49. AGUJERO SOPLANTE. Orificio de pequeñas dimensiones - por el cual se manifiesta una corriente de aire violenta.

50. MEANDRO. En el dominio del karst de profundidad: trazados sinuosos para la planta de un conducto cuyas ondulaciones en la roca encajante van generalmente amplificándose se hacia abajo.

51. FALSO MEANDRO: Trazado en bayoneta para el plano de un conducto subterráneo o desarrollado a partir de una red de hendiduras verticales.

52. BOVEDA MOJANTE. Sin. sifón. Hundimiento de un conducto en toda su sección en agua.

53. SALA: Espacio subterráneo de gran superficie horizontal, cuyas dimensiones son mucho más importantes que las de la vía de acceso.

54. DOMO: Gran sala cuya bóveda es semiesférica.

55. PISO: En el dominio de la espeleología conjunto de conductos desarrollados aproximadamente en el mismo plano.

56. PUNTO DE DESCENSO.- En espeleología paso de un piso superior a otro inferior en el curso de la evolución de una red kárstica.

B. PEQUEÑAS FORMAS DE EXCAVACION

57. CUPULA: Excavación generalmente hemiesférica, desarrollándose hacia arriba en la bóveda rocosa de una cavidad subterránea. Sus dimensiones son generalmente decimétricas o métricas. Se puede observar la forma compuesta de cúpulas encajadas.

58. CANAL DE BOVEDA: Surco de sección semicircular, de dimensiones decimétricas o métricas, bien individualizado en cierta longitud con frecuencia meandriforme.

59. ANASTOMOSIS: Asociación en laberinto de pequeños canales en la bóveda de una galería, secciones centimétricas o decimétricas.

60. PENDANT: Protuberancia de roca "in situ" de dimensiones decimétricas o métricas en la bóveda de una gruta, están generalmente asociados.

61. NICHO PARIETAL: Excavación abierta en la pared rocosa de una cavidad subterránea, sus dimensiones son general--

mente métricas, algunos de estos nichos pueden ser de medio.

62. BANQUETA: Rellano rocoso subhorizontal en una pared.

63. ACANALADURA: Forma de excavación, aproximadamente semicilíndrica, alargada en el sentido de mayor pendiente de una pared rocosa subvertical. El término lapiaz de pared a veces usado debe de eliminarse.

64. MARMITA: Marmita de gigante, Excavación subcilíndrica desarrollándose hacia bajo en el lecho rocoso de un curso de agua subaéreo o subterráneo. Dimensiones generalmente centimétricas o métricas.

65. GOLPE DE GUBIA: Pequeña forma en hueco raramente aislada, de dimensiones centimétrica o decimétrica, localizada indiferentemente sobre paredes y techo. La forma elemental alargada en el sentido de la corriente es más ancha y profunda del lado de donde viene la corriente, recuerda el hueco de una cucharilla.

Sinónimo: Ola de erosión, para ciertos autores este término subentiende dimensiones más importantes que las del golpe de gubia con un sentido genético discutible.

66. CUPULA: Forma muy pequeña, generalmente de dimensiones centimétricas excavada en la roca, no importa en qué sitio de la cavidad.

67. ENCAJE DE PIEDRA: Aspecto de la roca al ser rajada y agujereada en el interior de una cavidad sin. encaje de corrosión.

C. TERMINOS GENERALES Y FORMA DE RELLENO

68. RELLENO KARSTICO: Acumulación de materiales diversos en depresiones y huecos kársticos.

69. RELLENO DE CAVERNA: Acumulación de materiales diversos en una cavidad subterránea natural.

En realidad, el término de relleno puede también significar la acción de colocar estos materiales.

El relleno puede ser más o menos importante en relación al continente, puede ser parcial o total: Colmatación.

Los materiales pueden clasificarse de formas muy variadas:

1) Por su forma de depositarse: Monofásico, polifásico, monogénico, poligénico, por aluviones, por solifluxión.

2) A partir de su origen: Autóctono, alóctono, mixto.

3) A partir de la naturaleza de sus constituyentes:

3.1) Detrítico.

3.1.1.) Clasificados según su calibrado: Arcillas, limos, arenas, gravas, cantos y bloques.

3.1.2) Según el tipo de depósito: Canturrales, derrubios, lajas, conglomerado, estratificado, depósito, rítmico, etc.

3.2) Químico, sobre todo concreciones.

3.3) Orgánico, guano, coprolitos.

3.4) Mixtos.

3.4.1.) Detrítico-orgánico; brechas de huesos.

3.4.2.) Orgánico-químico; nitratos, fosforitas.

3.4.3.) Detrítico-químico; arcilla de descalcificación, - arcilla con sílex, siderolítico, bauxita, caolín, minerales de Pb, Mn, Fe, Zn, Ba, etc.

Los principales mecanismos relacionables con un depósito detrítico grueso de tipo clástico por la evolución de la cavidad son:

Hundimiento. Caída brutal de una gran parte o de la totalidad de la bóveda de una cavidad si alcanza la superficie, se forma una sima o una dolina de hundimiento.

Descostramiento. Caída en elementos sucesivos de bloques o paquetes de bloques provenientes de la bóveda o de lo alto de las paredes de una cavidad.

Deslizamiento. Descenso no brutal de las capas que forman la bóveda que se bajan reduciendo progresivamente el hueco de una cavidad. Si en el suelo de la cavidad las aguas continúan su actividad, puede haber una especie de compensación.

70. CONO DE DERRUBIOS: Acumulación de bloques y piedras - en la parte baja de un conducto subterráneo vertical o muy empinado. La mayor parte de los pozos de entrada a las simas presentan este fenómeno. Por extensión, se emplea en las acumulaciones en el suelo de las salas procedentes de la bóveda, bloques en general.

71. CONCRECIÓN: Resultado del depósito bajo forma cristalina o pseudocristalina de sustancias que las aguas contienen en estado de disolución. Por extensión: el agua - misma bajo forma de hielo, formaciones de arcilla, lava, etc, pueden tomar formas similares a las que se describen a continuación.

La acción resultante de esta forma se llama concrecionamiento.

Las concreciones pueden clasificarse:

1) Por su forma o posición: estalactita, estalagmita, colada.

2) A partir del medio donde se generan: en el aire, en el agua, en relación con un relleno orgánico o detrítico.

3) A partir de sus constituyentes mineralógicos: calcita, aragonito, síliceas, yesosas, fosfatadas, etc.

La mayor parte de las concreciones de las cavidades kársticas están formadas por calcita, más raramente por aragonito o yeso y excepcionalmente por otros minerales.

La calcita (sist. romboédrico) puede constituir la mayor parte de todas las formas conocidas.

El aragonito (sist. ortorrómbico) se presenta en agujas, bastoncillos, plumas, corales con dimensiones decimétricas o métricas o revistiendo las paredes con masas amorfas. A veces estalactitas y estalagmitas similares a las de calcita.

Yeso (sist. monoclínico) hilos muy finos, bastoncillos, - flores y revistiendo las paredes con masas de apariencia amorfa a veces estalactitas y estalagmitas similares a las de calcita.

72. ESTALACTITA: Concreción descendente de la bóveda de una cavidad subterránea. Por extensión se llama también estalactita a la forma descendente desde cualquier parte.

La forma elemental del diámetro de la gota de agua que contiene la solución concrecionante y desciende por una fisura de la bóveda, se llama estalactita tubular o macarrón. A pesar de sus espesamientos posteriores por recrecimientos sucesivos y las formas variadas que por ello puede tomar, toda verdadera estalactita muestra en el corte un canal de crecimiento más o menos centrado. Ciertas estalactitas infladas pero huecas, disposición en geoda, se llaman en ubre de vaca.

73. ESTALAGMITA: Concreción elevándose encima del suelo de una cavidad subterránea y resultante de un depósito por gotas que caen desde la bóveda. Se distinguen sus formas por comparación con objetos cotidianos: de grandes hojas, en forma de piña, en pila de platos, etc. Concreciones en geiser, se reservan para los casos extraordinarios de estalagmitas formadas por agua que sale del suelo de una cavidad.

74. COLUMNA: Concreción desarrollada desde la bóveda al suelo, aislada de las paredes, generalmente se trata de una estalactita y una estalagmita unidas.

75. BANDERA: Concreción descendente de la bóveda de una cavidad y que se extiende hacia las paredes como una cortina fruncida con pliegues verticales. Su espesor es pequeño pero su altura y longitud dependen y pueden ser importantes.

76. COLADA: Concreción revistiendo una pared de cavidad subterránea presentando el aspecto de una caída de agua. Nace generalmente debajo de un punto de alimentación bastante importante.

77. COLADA ESTALAGMITICA EN EL SUELO

78. CRISTALES: En el dominio espeleológico es un término para designar agrupaciones de concreciones de orden milimétrico o decimétrico presentando caras cristalinas netas y tomando formas diversas, de las cuales los ejes de crecimiento son habitualmente rectilíneos, pero pudiendo presentarse como agregados más o menos masivos de los que emergen algunos cristales.

79. FLOR: En el dominio espeleológico, agrupación de concreciones de orden milimétrico o centimétrico en forma de ramos de flor o fibras curvilíneas radiadas recordando los pétalos de una flor. Son raros en calcita, frecuentes en aragonito y sobre todo, en yeso.

80. EXCENTRICA: Concreción de calcita, fijada indiferentemente en el techo o en las paredes o incluso sobre una concreción anterior desarrollándose en el aire en todos los sentidos, aparentemente sin que la gravedad controle

el crecimiento. Es generalmente monocristalina y desprovista de canal de alimentación visible, su longitud llega a ser métrica.

Se han propuesto separaciones muy arbitrarias según su forma.

81. DISCO: Concreción plana y circular de diámetro decimétrico a métrico de orientación cualquiera siempre fijada - por uno de sus bordes, lo más frecuentemente a una pared - pero a veces a la bóveda, presenta círculos de crecimiento tangentes al punto de fijación que es también el de alimentación.

82. COLIFLOR: Este término designa formas llamativas situadas normalmente en las paredes y cuyo aspecto general sugiere una coliflor o incluso un racimo. La dimensión de cada agrupación va desde milímetros a centímetros, pero superficies considerables pueden estar recubiertas de arborescencias.

83. PERLA DE CAVERNA: Concreción habitualmente esférica y de superficie lisa llamada habitualmente pisolito. Su tamaño va hasta centímetros, está formada por muchas películas concéntricas alrededor de un núcleo de materia cualquiera, frecuentemente un grano de arena.

La forma regularmente esférica se llama pisolito. Hay - otras formas posibles: ovoides, cúbicas, etc. Las perlas - se suelen agrupar en "mantos" o "nidos".

84. GOURS: Concreción en forma de barrera a través de una pequeña corriente subterránea. Su superficie es rigurosamente horizontal, sirve de aliviadero para el agua manteniéndola detrás.

Lago a favor de la barrera. En el lenguaje popular, este término está utilizado con frecuencia en el exterior para denominar cualquier agujero lleno de agua.

85. MICROGOUR: Gours de dimensiones muy pequeñas siempre - asociados a otros muchos que se escalonan sobre coladas en paredes inclinadas o en el suelo con pendiente.

86. ACERAS: Concreción horizontal formada en la superficie de un lago subterráneo a veces de un gour adhiriéndose a las paredes verticales que la rodean.

Alrededor de estalactitas y estalagmitas, columnas y rocas aisladas.- Collarin.

87. CRISTALES DE GOUR: Pequeñas concreciones de calcita de orden centimétrico a decimétrico tapizando fondo y paredes de un lago subterráneo sobre todo en gours debajo del agua que actúa como un cristizador. Estas formas se llaman - dientes de cerdo por los mineralogistas.

88. TRIANGULOS HUECOS: Pequeñas concreciones de calcita - desarrolladas en la superficie de un lago subterráneo en la extremidad de los cristales de gour o directamente sobre la roca cubierta de una manta de agua inmóvil, son - cristales romboédricos huecos.

89. CALCITA FLOTANTE: Concrecionamiento muy delgado que - queda en equilibrio por fenómenos de tensión superficial -

en agua subterránea, especialmente en los gours, la menor agitación la precipita dando arena de calcita.

90. BURBUJAS DE CALCITA: Película esférica de calcita, extraordinariamente frágil aprisionando aire, sólo de unos milímetros de diámetro, en la superficie de un agua subterránea muy tranquila.

91. MONDMILCH: Facies física de algunos productos naturales cristalinos o criptocristalinos en particular, extremadamente finos que dan en las grutas en que se presentan, en presencia de agua, una suspensión blanquecina que parece leche y que reviste las paredes.

Está generalmente constituido por carbonato cálcico, magnesio, fosfato y yeso.

92. VERMICULACION ARCILLOSA: Pequeñas formas de depósitos muebles de longitud milimétrica o centimétrica pareciendo trazos. Sobre la roca lisa y adecuada en el interior de la cavidad subterránea. Se suelen unir a otras o estar cerca dando aspecto de puntillados, jeroglíficos, pieles de diversos animales: pantera, leopardo, tigre, etc.

93. ABETO DE ARCILLA: Forma diminuta de depósito mueble de altura milimétrica constituido por arcilla con armadura de cristales de calcita o aragonito, se levanta sobre el suelo de la caverna donde la arcilla se deposita en crecidas periódicas, un arroyo subterráneo muy tranquilo. Suelen formarse agrupaciones muy importantes que parecen un bosque en miniatura.

TERMINOS HIDROLOGICOS

94. HIDROGRAFIA KARSTICA: Descripción de las aguas superficiales y subterráneas de un karst así como las cuencas que las contienen.

95. HIDROGEOLOGIA KARSTICA: Estudio científico de aguas y acuíferos kársticos.

96. PERDIDA: Desaparición en la tierra de un curso de agua superficial. Por extensión un poco abusiva, el término se emplea a veces por los espeleólogos para indicar cuándo el agua se pierde en conductos impenetrables ya en el interior de una cavidad.

Se clasifican:

Según la forma de desaparición del agua: Pérdida localizada, progresiva, difusa.

Según la proporción de agua absorbida: total o parcial.

Según su régimen: Perenne temporal.

Según su morfología, desde el punto de vista del explorador: Penetrable o impenetrable.

Según su situación geológica: estratigrafía, tectónica.

97. SURGENCIA KARSTICA: Salida natural al exterior de agua proveniente del interior del karst. En el interior de una cavidad subterránea, el término surgencia no debe ser empleado, se sugiere "llegada de agua". Se distinguen los siguientes tipos de surgencias:

- 1) Según el origen de sus aguas.
 - 1.1) Exsurgencia, surgencia kárstica cuya alimentación no proviene de la pérdida de aguas superficiales.
 - 1.2) Resurgencia, surgencia kárstica alimentada, al menos en parte, por la pérdida de cursos superficiales de agua.
 - 2) Según su régimen.
 - 2.1) Surgencia perenne.
 - 2.2) Surgencia temporal.
 - 2.3) Surgencia "trop plein" variedad de surgencia temporal sirviendo de exutorio complementario a una surgencia perenne y situado a una altura superior.
 - 2.4) Surgencia de extravasamiento. Venida de agua a la superficie de un macizo kárstico a continuación de una sobrecarga excepcional.
 - 2.5) Surgencia intermitente. Tipo muy particular de surgencia con grandes variaciones rítmicas con periodos más bien regulares.
 - 3) A partir de su morfología desde el punto de vista del explorador.
 - 3.1) Penetrable.
 - 3.2) Impenetrable.
 - 3.3) Vauclusiana, surgencia kárstica cuyo conducto de salida es excedente. Por extensión, el término ha sido aplicado para designar toda surgencia kárstica pudiendo presentar grandes salidas de agua.
 - 4) A partir de su situación geográfica, surgencia de talweg, de pendiente, de afloramiento, de falla, litoral, submarina.
98. PERDIDA-SURGENCIA: Orificio en zona kárstica emisor o absorbente en función del régimen hidráulico.
99. RIO SUBTERRANEO: Curso de agua en un conducto kárstico.
100. ARROYO EN ECLIPSE: Arroyo kárstico de superficie esporádicamente subterráneo.
101. MIRADA: En el dominio del karst: Sima o dolina que permiten ver directamente desde el exterior la circulación subterránea.
102. CHIMENEA DE EQUILIBRIO: Término de hidráulica, empleado abusivamente para designar una cavidad kárstica remontante donde fluyen las aguas en periodo de credida.
103. VACIADO: Conducción brusca al exterior de los materiales de colmatación a causa de una puesta en carga brusca, sin descolmatación.
104. LAGO SUBTERRANEO: Extensión de agua relativamente calma con superficie libre en el interior de una cavidad.
105. PILON: En el dominio de la espaleología, lago residual de pequeñas dimensiones residuo de una admisión temporal.

106. DIFLUENCIA SUBTERRANEA: Separación de los filetes de un río subterráneo único en varios que abastecen a surgencias diferentes. Si. delta subterráneo.

107. ABERTURA HIDROGEOLOGICA: Curso subterráneo penetrable por el hombre una pérdida y una resurgencia.

108. TRAZADOR: Sustancia que permite poner en evidencia la ligazón entre diversos puntos de una red kárstica y estudiar otros caracteres.

109. COLORACION: Empleo de un trazador químico coloreado.

110. FLUOCAPTOR: Recipiente con carbón activado que retiene trazas de fluoresceína en agua.

111. KARST INUNDADO: Parte del karst donde todos los huecos están llenos de agua.

112. NIVEL FREATICO KARSTICO: Nivel del agua ocupante de un karst inundado.

113. NIVEL DE BASE KARSTICO: Nivel inferior determinante del potencial hidráulico que permite toda circulación en un sistema kárstico.

Se trata del nivel del exutorio kárstico más bajo de toda la red.

Hay que hacer notar que circulaciones hidricas son posibles debajo del nivel de base por la entrada en carga hidráulica de los conductores por debajo de ese nivel. No confundir el nivel de base de un karst con la base de terrenos impermeables situada encima o debajo.

114. ZONA KARSTICA: Parte de una región kárstica con unas características comunes diferentes de las situadas encima o debajo de ellas.

Zona de absorción: Limitando por debajo con una zona de subsuperficie encerrando un acuífero epikárstico permanente o no.

Zona de transferencia vertical o de percolación temporal: normalmente sin saturar.

Zona de transferencia horizontal o de circulación permanente: Se desarrolla en la zona de oscilación de la superficie paezométrica.

Zona inundada o de imbibición general o zona saturada por el agua de fondo. Su límite inferior está constituido por el impermeable subyacente.

1.6.1. Formas exokársticas

En toda zona kárstica con un desarrollo normal dentro de la tipología kárstica normal, existen dos tipos de formas esencialmente distintas entre sí: formas exokársticas y formas endokársticas.

Antes de realizar ninguna descripción de las formas presentes en el karst del Cerro de la Oliva, definiremos los términos karst y karstificación. Existe mucha ambigüedad en la definición de karst. Aunque es aceptada su derivación etimológica de una zona caliza con un paisaje carac-

terístico en Yugoslavia con este nombre. No obstante, - existen karst muy importantes desarrollados en otros tipos de rocas solubles: por ejemplo en la Unión Soviética hay una cavidad de más de cien kilómetros de desarrollo - en yesos. En España aunque sin esos grandes tamaños, hay numerosas cavidades de más de cinco kilómetros también en yeso. Igualmente hay fenómenos de karstificación en areniscas calcáreas, conglomerados de base caliza, rocas salinas, etc. De aquí que en el III Coloquio sobre rollenos - kársticos celebrado en Foix (Francia) en 1970, se diese una definición de karst que pudiera generalizarse a todos los casos presentes en la naturaleza.

Se define el karst como el resultado de todo fenómeno de disolución o erosión en rocas solubles con paso del agua por conductos grandes o microconductos.

Las formas exokársticas son, por definición, formas - aéreas producidas por las aguas superficiales y constituyen las formas de admisión del karst. Las formas endokársticas, por lo tanto, son formas subterráneas y esencialmente son formas de conducción, ya hablaremos de ellas en páginas subsiguientes.

Dentro de las formas exokársticas podemos realizar una separación interesante de acuerdo como realicen la admisión

Formas de admisión lenta, en la que son formas dominantes los lapiaces.

El agua se infiltra lentamente.

Formas de admisión rápida incluso en masa, torcas dolinas, sumideros ya sean tipo sima o ponor. (Incluimos en este - trabajo un diccionario de formas kársticas traducido de - B. GEZE).

Pues bien, en toda la zona kárstica estudiada, es decir, - la corrida caliza que va en dirección SW-NE en la zona - cartografiada no existen prácticamente formas exokársticas de admisión. Tan solo existen micro-morfologías típicas de zonas calizas; por lo tanto, vemos que dentro del contexto kárstico clásico no puede quedar encuadrada esta zona, ya que falta una zona de admisión.

Evidentemente, durante gran parte de su historia geológica, la zona caliza estudiada ha estado recubierta por sedimentos detríticos de edad miocena y pliocena. Hoy, cuando la denudación cuaternaria ha limpiado de sedimentos detríticos la caliza, dejando visible la cuesta, en las zonas altas quedan numerosos cantos rodados de material metamórfico, que nos indican que estuvieron recubiertos por la raña pliocena, es decir, que entra dentro de una tipología especial de karst denominado karst cubierto, en el cual no se desarrollan exoformas de admisión, sino que ésta se lleva a cabo de otras maneras que luego estudiaremos en particular para este caso.

A pesar de todo lo anteriormente dicho, hay algunas exoformas poco importantes que, aunque no son de admisión, - sí se corresponden con formas típicas de paisajes calizos. En la parte alta de los cerros calizos, que es una superficie de erosión, aparecen pequeños lapiaces compuestos -

por series de perforaciones cilindroideas Fig. GE-2 - (N.O.8), que pueden verse en detalle en la Fig. GE-2 - (N.O.9), que aunque genéricamente se las denomina lapiaz, no constituyen zona de admisión, su génesis es muy sencilla: Se desarrollan bajo un manto vegetal. A causa de los ácidos húmicos producidos por las plantas y bacterias, la caliza se corroe cerca de las raíces. En la zona del Cerro de la Oliva el suelo vegetal es prácticamente inexistente, debido a que toda la zona sufre un continuo lavado pero en el fondo de estas perforaciones siempre queda arcilla de descalcificación que aunque constituye un suelo pobre, hace posible el desarrollo de plantas en su fondo, con lo cual el proceso de perforación de la roca prosigue. Toda la zona alta del Cerro de la Oliva constituye un gran campo de piedras Fig. GE-3 (N.O.-10), lo cual no es sino el efecto del desmantelamiento de las formas de corrosión anteriormente descritas.

También y ya en la zona de cuesta, existen algunos lapiazes de los denominados de acanaladuras, los cuales son una simple forma erosiva y al igual que la anterior, tampoco son formas de admisión. Hay que hacer notar que si bien en los primeros predominaba una acción química en su formación; en éstos se trata de una acción más bien de carácter mecánico, en una cuesta con una inclinación de treinta grados la escorrentía es muy elevada.

Aunque no son visibles en superficie debido a su colmatación arcillosa, deben de existir algunas diaclasas ensanchadas que admiten cantidades muy limitadas de agua, ya que dentro de la cavidad encontramos formaciones estalagmíticas y estalagmíticas alineadas con diaclasas por las que evidentemente entra agua.

Pero está comprobado en las zonas de roca fresca visibles en las numerosas cortas para obras civiles que hay en estos cerros, que la mayoría de las diaclasas por donde el agua puede o ha podido acceder a la cavidad se han autocolmatado por arcillas de descalcificación Fig. GE-4 - (N.O.-11), las cuales luego se han calcificado.

En otras ocasiones fisuras y diaclasas se han sellado por formaciones estalagmíticas.

En la zona Este del Cerro de la Oliva en la zona que da a la presa del Pontón de la Oliva, actualmente debe de existir una intensa fracturación debida indudablemente a fenómenos cuaternarios de desplomes de bóveda y ajustes en los equilibrios de los escarpes, lo cual ha creado unas zonas de admisión mas densas y penetrables por el agua, como lo prueba la mayor humedad de la zona y la mayor cantidad de formaciones estalagmíticas, lo cual también está favorecido por la presencia de potentes derrubios de ladera que permiten una infiltración mayor.

No hemos de olvidar tampoco la existencia de la Sima de la Solana, la cual podría haber actuado como sumidero de aguas superficiales. Creemos que no es sino una forma subterránea exhumada y de poco interés.

Finalmente pasaremos revista a algunas exoformas comunes a todas las geomorfologías, pero que aquí aparecen en la caliza.

Como ya hemos visto en la estratigrafía del Cretácico, - hay una frecuente alternancia de tramos calizos duros y - tramos arenosos o incluso margosos, más blandos, de aquí que en todas las zonas donde hay escarpes aparezcan muy - marcadas unas repisas debidas a la acción de la erosión - diferencial, debidas a la diferencia de competencia entre los diversos materiales. Igualmente en los contactos se - abren pequeñas perforaciones Fig. GE-6 (N.O.13). Mientras que las zonas de calizas mas puras dan perfiles vertica-- les, las zonas margosas y arenosas dan perfiles cóncavos al ser mas facilmente erosionables.

En la fotografía de la Fig. GE-5 (N.O.-12) aparece clara-- mente marcada la zona de margas del Senoniense superior - con un relieve suave de ladera y una concavidad muy marca-- da, lo que inicialmente nos hizo dudar de si se trataba - de un antiguo conducto desmantelado por su gran extensión y sección semicircular. Encima está el cejo calizo del Se-- noniense superior que marca el techo de la formación cali-- za en el Cerro de la Oliva.

Como conclusión de todo lo anteriormente dicho, podemos de-- cir: Faltan casi por completo las formas exokársticas a pe-- sar de que las calizas poseen una densidad de diaclasado - elevada. Las pocas diaclasas abiertas se encuentran siem-- pre selladas por arcilla o por caliza estalagmítica.

Las formas exokársticas presentes casi nunca pueden aso-- ciarse con formas de conducción, se trata más bien de fenó-- menos erosivos locales.

Las formas exokársticas presentes y asimilables a formas - de admisión, aun admitiendo la Sima de la Solana como tal, no justifican en modo alguno el gran volumen de huecos que constituyen las formas endokársticas, las cuales, en su ma-- yor parte, son formas puras de conducción.

Hay que constatar también la existencia de pequeños manan-- tiales, hoy agotados, que han dado depósitos travertínicos Fig. GE-7 (N.O.-14) y Fig. GE-8 (N.O.-15).

1.6.2. Formas endokársticas

La Cueva del Reguerillo, según la Fig. G-1 (N.O.-3) está - situada en el término municipal de Patones, Provincia de - Madrid, en el cerro denominado de la Oliva.

Para el estudio de las formas endokársticas, dividiremos - este estudio en las partes siguientes:

1.6.2.1. Descripción topográfica de la cavidad.

1.6.2.2. Formas endokársticas: Conductos.

1.6.2.3. Formas endokársticas: Microformas.

1.6.2.4. Tectónica y morfología.

1.6.2.5. Geomorfología estadística.

1.6.2.5.1. I Piso

1.6.2.5.2. II Piso

1.6.2.5.2. III Piso

Como ya hemos visto en la estratigrafía del Cretácico, - hay una frecuente alternancia de tramos calizos duros y - tramos arenosos o incluso margosos, más blandos, de aquí que en todas las zonas donde hay escarpes aparezcan muy - marcadas unas repisas debidas a la acción de la erosión - diferencial, debidas a la diferencia de competencia entre los diversos materiales. Igualmente en los contactos se - abren pequeñas perforaciones Fig. GE-6 (N.O.13). Mientras que las zonas de calizas mas puras dan perfiles vertica- - les, las zonas margosas y arenosas dan perfiles cóncavos al ser mas facilmente erosionables.

En la fotografía de la Fig. GE-5 (N.O.-12) aparece clara- mente marcada la zona de margas del Senoniense superior - con un relieve suave de ladera y una concavidad muy marca - da, lo que inicialmente nos hizo dudar de si se trataba - de un antiguo conducto desmantelado por su gran extensión y sección semicircular. Encima está el cejo calizo del Se- noniense superior que marca el techo de la formación cali- za en el Cerro de la Oliva.

Como conclusión de todo lo anteriormente dicho, podemos de - cir: Faltan casi por completo las formas exokársticas a pe - sar de que las calizas poseen una densidad de diaclasado - elevada. Las pocas diaclasas abiertas se encuentran siem- - pre selladas por arcilla o por caliza estalagmítica.

Las formas exokársticas presentes casi nunca pueden aso- - ciarse con formas de conducción, se trata más bien de fenó - menos erosivos locales.

Las formas exokársticas presentes y asimilables a formas - de admisión, aun admitiendo la Sima de la Solana como tal, no justifican en modo alguno el gran volumen de huecos que constituyen las formas endokársticas, las cuales, en su ma - yor parte, son formas puras de conducción.

Hay que constatar también la existencia de pequeños manan- tiales, hoy agotados, que han dado depósitos travertínicos Fig. GE-7 (N.O.-14) y Fig. GE-8 (N.O.-15).

1.6.2. Formas endokársticas

La Cueva del Reguerillo, según la Fig. G-1 (N.O.-3) está - situada en el término municipal de Patones, Provincia de - Madrid, en el cerro denominado de la Oliva.

Para el estudio de las formas endokársticas, dividiremos - este estudio en las partes siguientes:

1.6.2.1. Descripción topográfica de la cavidad.

1.6.2.2. Formas endokársticas: Conductos.

1.6.2.3. Formas endokársticas: Microformas.

1.6.2.4. Tectónica y morfología.

1.6.2.5. Geomorfología estadística.

1.6.2.5.1. I Piso

1.6.2.5.2. II Piso

1.6.2.5.2. III Piso

1.6.2.6. Teorías morfológicas sobre la evolución de los conductos.

En la descripción de la morfología de los conductos, han de hacerse algunas alusiones de carácter sedimentológico, ya que la presencia de sedimentos conforma la tipología de un conducto y ocasionalmente interviene en la dinámica de su génesis y evolución. Esto provoca un leve desorden en la exposición de los apartados de Geomorfología y Sedimentología, no obstante no hemos encontrado forma alguna de paliar estos inconvenientes. Procuraremos no obstante no introducir excesivas referencias de orden sedimentológico en atención a que en el apartado siguiente se desarrollarán con suficiente amplitud. Hemos convenido en colocar antes el apartado de Formas endokársticas, ya que en la actualidad los conductos actúan como contenedores de los rellenos, aun cuando estos rellenos ocasionalmente se derivan en forma directa de las formas endokársticas erosivas.

1.6.2.1. Descripción topográfica de la cavidad

Si observamos el mapa topográfico de la cavidad, Fig. GI-1 (N.O. 16) podemos rápidamente apreciar que con toda facilidad pueden separarse tres regiones denominadas respectivamente Primero, Segundo y Tercer Pisos de la cavidad. Igualmente puede apreciarse que sus ligazones espaciales son pequeñas: conductos muy estrechos en relación con los tamaños de los conductos inmediatos de uno y otro Piso.

Si pasamos ahora a observar los dos bloques diagrama, - Fig. GI-2 (N.O.-17) y Fig. GI-3 (N.O.-18), vemos que en estas secciones simplificadas del Cerro de la Oliva, se aprecian los tres pisos en tres niveles marcadamente diferentes.

El Primer Piso puede describirse como una gran estructura lineal, donde no hay prácticamente ramificaciones. Esta descripción es también válida, aunque se observa la presencia de algunas ramificaciones, para el Segundo Piso.

Finalmente el Tercer piso. Podríamos asimilarlo a una única estructura bidimensional, totalmente distinta a la morfología de los pisos anteriormente descritos; esta zona constituye un inmenso enrejado donde no puede, como en los otros casos, determinarse una única dirección de orientación preferente.

Si consideramos todo el gran volumen de roca karstificada podemos afirmar que las uniones entre los distintos Pisos ocupan una proporción prácticamente insignificante.

Pasaremos ahora a describir las formas de los conductos - desde la zona superior a la inferior de la cueva.

1.6.2.2. Formas endokársticas: Conductos

1.6.2.2.1. Primer Piso

El Primer Piso, como ya hemos citado al hablar de la descripción topográfica de la cavidad, puede asimilarse en un gran conducto rectilíneo de sección subcircular Fig. - GI-4 (N.O.-19) alineado en dirección NE-SW, con única ramificación en su parte central denominada Gran Sala, ver

Fig. GI-1 (N.O.-16) que puede claramente identificarse - con una gran diaclasa que corta a la Galería Central y - que ha sido ensanchada por la acción del agua.

En esta zona se nota que la diaclasa también ha sido profundizada notablemente por debajo del nivel de este piso. En esta Gran Sala, se han producido numerosos fenómenos - de desplome los cuales y no la actividad del agua son los responsables de las dimensiones anormales de esta zona.

El Primer Piso en su zona rectilínea se termina bruscamente por colmatación de sedimentos poligénicos: Hay arcillas de descalcificación, arenas de inundación, bloques - desplomados y caliza estalagmítica cementante del conjunto. La gatera que se ve dibujada en esta zona del mapa, - no puede asimilarse a un conducto relacionable con un flujo de agua, se trata simplemente de los huecos que quedan entre la bóveda de la galería y los sedimentos. Esta zona terminal debe de quedar muy cerca de la superficie, presumiblemente en el escarpe Norte del Cerro de la Oliva, ya que se nota una gran corriente de aire frío.

Después de esta zona rectilínea el Primer Piso se convierte en una zona de gateras y conductos, en general de pequeño tamaño, Fig. GI-1 (N.O.-16) con algunas diaclasas - ensanchadas y desarrolladas en altura que permiten la - existencia de algunas salas: Sala del Tablón.

Como ya hemos citado anteriormente, la forma genérica del Primer Piso en su parte rectilínea desechando los ensanchamientos en diaclasas, es subcircular, aunque observada en detalle, se aprecian una serie de entrantes y salientes, parecidos a lobulaciones. Ya hemos hablado al citar la estratigrafía de la serie Calcárea, que las calizas - cretácicas de todo este afloramiento corresponden a un medio sedimentario de un borde cuenca, y presentan numerosas alternancias de tramos más detríticos que otros; ésta es, pues, la causa inmediata de estas lobulaciones. Las - zonas más detríticas llevan mayor contenido en arena, lo cual hace que la caliza sea menos coherente y presente menor resistencia a la erosión. Puede afirmarse categóricamente que estas formas no obedecen a una causa hidrodinámica propiamente dicha, por otra parte es muy fácil, cuando no hay enmascaramiento por sedimentos, seguir estos lóbulos a uno y otro lado de la galería, adaptándose exactamente al buzamiento de los estratos.

Ocasionalmente la forma general de la galería se pierde, debido a los intensos enmascaramientos por sedimentos, sobre todo en el costado Norte de la galería, en él se encuentran aportes arcillosos recubiertos de colada estalagmítica, colada estalagmítica recubriendo la roca o sedimentos arcillosos sin recubrir. En la zona de pequeños - conductos prácticamente se conserva la sección circular - aunque ésta es mucho mas pequeña, pero con una simetría - mucho mayor, ya que se suelen desarrollar por su pequeño tamaño en un solo tramo litológico que, al ser homogéneo a escala del conducto, da formas circulares.

Finalmente describiremos la zona que sirve de encadenamiento entre el primero y segundo Piso.

Una serie de pequeños conductos nos van llevando en forma horizontal, hasta una diaclasa de sección lobulada aguzada en su extremo inferior, la cual, a su vez, conecta con un pozo vertical de unos pocos metros de profundidad el cual, a su vez, desemboca en una bóveda, ya perteneciente al Segundo Piso. Esta zona denominada "El tubo" por los espeleólogos, debido a su angostura y a las dificultades que plantea su superación se intentará interpretar al final de este apartado.

1.6.2.2. Segundo Piso

El Segundo Piso, al cual acabamos de desembocar desde el pequeño pozo denominado "Tubo", al igual que el Primero, presenta una gran galería central totalmente rectilínea.

La morfología de esta galería es subcircular, aunque su grado de simetría y sus dimensiones varían notablemente desde el comienzo al final.

En la Fig. G.I-5 (N.O.-20) aparece esta galería central con una de las pocas formaciones estalagmíticas de esta parte de la cavidad. Se aprecia una estructura subcircular, aunque con una leve predominancia de la altura sobre la anchura.

Inmediatamente la forma de la galería se hace subcircular con una predominancia de las dimensiones transversales sobre la altura y la bóveda pasa en ocasiones a tomar una forma plana adaptándose a los estratos Fig. GI-6 (N.O.-21). Para finalmente en la zona anterior a la Sala del Perro que Fuma tomar una forma circular casi perfecta Fig. CI-7 (N.O.-22).

Al igual que el Primer Piso, el Segundo en su parte terminal en el costado derecho presenta una Sala, desarrollada a favor de una confluencia de diaclasas donde se han producido fenómenos de hundimiento: Sala del Perro que Fuma.

La zona rectilínea del II Piso, termina en un caos de bloques hundidos denominado México Fig. GI-8 (N.O.-23).

Paralelamente a la Galería Principal del II Piso, se desarrollan, en aparente continuación, aunque ligadas por una serie de estrechos conductos, las llamadas Galerías Nuevas, también con una galería central rectilínea, de sección subcircular. Figs. GI-9 (N.O.-24), GI-10 (N.O.-25) y GI-11 (N.O.-26) y GI-12 (N.O.-27).

Al igual que en toda la cavidad se observan los lóbulos creados a favor de las discontinuidades litológicas de los diferentes estratos.

Si comparamos con el I Piso, encontramos que si bien la forma subcircular aparece a lo largo de las galerías que podríamos denominar principales, sus dimensiones resultan ser mucho más modestas en comparación con las que podemos observar en el primero, suelen oscilar entre 1,5 y 3 m. de altura de bóveda.

Al contrario que en el Primer Piso, en el Segundo existen muchas y prolongadas derivaciones laterales, aunque sólo son importantes al pie del "Tubo" donde encontramos

hacia el N y hacia el S bastantes Galerías, desarrolladas a favor del diaclasado, llegando las de la zona S a empalmarse con el enrejado que constituye el Tercer Piso.

También hay muchas derivaciones en las denominadas Galerías Nuevas, las cuales en el topográfico de la cavidad dan una cierta impresión de galería meandriforme, aunque no podemos asegurar que se trata de este fenómeno sino de la influencia del diaclasado, tanto unas como otras siguen una directriz rígida, ceñida al diaclasado y en ellas encontramos un cambio sustancial en su forma, ya que adoptan formas fusiformes debido a que siguen la discontinuidad litológica principal marcada por el diaclasado. Fig. GE-13 (N.O. 26).

Las únicas derivaciones laterales que aparecen en la parte central del Segundo Piso, son prácticamente insignificantes.

En la zona N se abren tres pequeñas galerías donde aparecen unas microformas muy interesantes, que posteriormente interpretaremos. Se denominan Galerías de los Pendants.

En la zona S aparecen los verdaderos empalmes con el III Piso, se trata de unos agujeros totalmente circulares con un diámetro inferior a los sesenta centímetros y que, de pronto, son literalmente capturados por las partes altas, prácticamente las bóvedas, de las diaclasas del Tercer Piso.

En este nivel de la cavidad los rellenos son poco abundantes: En los suelos se encuentran arenas muy finas de carácter fluvial, arcillas de descalcificación en las ramificaciones laterales, algunas raras formaciones litogenéticas y un depósito de guano de murciélago en la Sala del Perro que Fuma. Ya hemos hablado de los bloques que cierran la parte terminal de este Piso. En las Galerías Nuevas, denominadas así en razón de haber sido descubiertas con posterioridad a todo el II Piso, los rellenos son de carácter arcilloso, con abundantes formaciones litogenéticas y una cantidad ingente de restos orgánicos, huesos procedentes de la habitación de la cavidad de una gran colonia de oso de las cavernas.

1.6.2.2.3. Tercer Piso

El Tercer Piso constituye un mundo aparte en comparación con las zonas de la cavidad ya descritas, un simple vistazo a la Fig. GI-1 (N.O.-10) nos hace ver en comparación con las formas lineales de los niveles anteriores.

Unas fotografías nos van a servir para describir de una forma general toda esta parte de la cavidad.

Fig. GI-12 (N.O.-28). Al fondo de la fotografía, se observan dos diaclasas verticales, al igual que todas las de esta zona, con un gran trozo de roca cretácica que ha quedado exento en sus costados a causa del ensanchamiento de estas diaclasas. Se observa que también ha quedado exento por su parte inferior: Gran asimetría del conducto con una predominancia de las dimensiones verticales sobre las transversales.

Fig. GI-14 (N.O.-29). Se observa en el primer plano una gran diaclasa ensanchada, la cual presenta discontinuidades en su desarrollo vertical en el plano último de la fotografía, debido a pequeños "puentes" de roca sin acabar de disolver. Aquí se pone de manifiesto la diferente competencia ante la disolución de tramos de composición litológica diferente, el lóbulo que se aprecia en primer plano de la fotografía, se sigue perfectamente hasta el "puente".

Fig. GI-15 (N.O.-30). Es un caso parecido al anterior, la gran diaclasa se cierra bruscamente dando un conducto circular para volverse a ensanchar pasado éste. La última observación no es visible en la fotografía.

Fig. GI-16 (N.O.-31). Diaclasa ensanchada mostrando en la bóveda un típico caso de corrosión por mezcla de aguas.

Fig. GI-17 (XI.O.32) Diaclasa ensanchada, con formaciones de yeso en la pared: Galería G.E.I.S.

En el III Piso encontramos las galerías con una alineación similar a la predominante en el I y II N-60-E y con una sección circular o subcircular, solamente en la zona situada al S en todo el conjunto del enrejado.

Fig. GI-1 (N.O.-16). Sugiere a primera vista que fuesen colectores del enrejado, precisamente a favor de la pendiente.

Los rellenos en estas zonas son poco abundantes y difieren poco de los del II Piso, arcillas de descalcificación y arenas, que en ocasiones llevan pizarra procedente del Paleozoico y rarísimas formaciones estalagmíticas.

En la Galería G.E.I.S. hay una gran profusión de formaciones de caliza y yeso. En el apartado de sedimentología se analizarán las causas de las concentraciones anormales de formaciones litogenéticas de las Galerías Nuevas y de la Galería G.E.I.S.

1.6.2.3. Formas endokársticas: microformas.

Las microformas no son especialmente abundantes en la cueva del Reguerillo, podemos afirmar que la única que encontramos con relativa abundancia son los pendants. Es lógico que aparezcan, ya que son característicos de un régimen freático.

Dedicamos un apartado al estudio de la génesis y características de estas microformas.

En el I Piso, se encuentran "pendants" en la bóveda de la Gran Sala, en el Segundo Piso en las "Galerías de los Pendants" y en las Galerías Nuevas. En el III Piso en algunos contactos interestratales, aunque muy raras veces.

Los golpes de gubia "coups de gouge", testimonio de un gradiente muy elevado de velocidad, no se han podido encontrar, al menos en forma claramente clasificables como tales. Aunque se puede considerar que la caliza sobre la que se asienta la karstificación no reúne las condiciones adecuadas para que estas microformas se produzcan y permanezcan.

Encontramos una zona con golpes de gubia en la Gran Sala del Primer Piso aunque por estar fuera del conducto principal, no nos indica nada respecto al sentido del flujo.

Las formas debidas a la acción química sí son abundantes: los nichos de corrosión por mezcla de aguas de Bogli, son comunes en todas las galerías y divertículos y la aparición de texturas similares a encajes, también debidas a la corrosión son también muy frecuentes, aparecen sobre todo en los tramos mas margosos.

En el I Piso encontramos formas similares a las marmitas de erosión, típicas de zonas freáticas con gran velocidad de circulación, desarrolladas sobre la caliza estalagmítica que tapiza el suelo, pero es una simple convergencia de formas, pues se trata de un degoteo de aguas frías con el suficiente caudal como para disolver la caliza estalagmítica de gran pureza, sin dejar, por tanto, residuo de descalcificación.

Encontramos grandes marcas, similares a las "olas de erosión" principalmente en el Primero y Segundo Piso de la cavidad, posiblemente causadas por las condiciones hidrogeológicas con que han funcionado estos conductos.

1.6.2.3.1. Estudio sobre la morfología y génesis de los "pendants".

Los pendants son microformas típicas de las zonas freáticas del karst y testimonian un flujo laminar en el entorno que aparecen.

Se ha discutido mucho sobre su génesis, nosotros en la Cueva del Reguerillo hemos tenido la gran suerte de encontrar pendants en distintas fases de desarrollo, así como diversas tipologías de los mismos: sencillos y conjugados.

Creemos haber reunido un número suficiente de datos como para atrevernos a dar algunos datos al respecto que esperamos aclaren este tema.

Bernard Geze, en su Léxico de términos franceses de espeleología física y karstología, cuya traducción adjuntamos los define de la manera siguiente:

Pendant: "Protuberance de roche en place, de dimensions decimetriques ou metriques dans la voute d'une grotte. Les pendants sont generalement groupés, mais séparés les uns des autres par anastomoses ou spaces plus importants"

Los pendants de mayor tamaño de la Cueva del Reguerillo, se encuentran en la gran Sala del Primer Piso de la Cavidad, en la bóveda del dintel que separa esta sala de la Gran Galería.

Pero es en unas galerías subsidiarias del Segundo Piso de nominadas "Galerías de los Pendants" y en algunas zonas del Tercer Piso donde encontramos los ejemplos más claros y bonitos de este fenómeno.

En las Figs. GE-18 (N.O.-14) GE-20 (N.O.-35) vemos diversas vistas y estadios en el desarrollo de pendants.

En la Fig. GE-18 (N.O.-23) vemos un pendant en "gérmen",

es decir, sin terminar su desarrollo, de tal forma que no ha acabado de liberarse la protuberancia de roca que define este fenómeno; en la parte inferior de la fotografía se ve un canalillo que indica el inicio de un nuevo pendant pero interrumpido en una fase anterior que el descrito anteriormente.

En la Fig. GE-19 (N.O.-34) se ven una abundante serie de micropendants (dimensiones centimétricas) conjugados y separados por unos canalillos resultado de una evolución mas completa que la que aparece en la fotografía anterior.

Finalmente en la fig. GE-20 (N.O.-35) se aprecian dos grandes pendants, de dimensiones mayores que un metro, que en su base llevan gran número de micropendants conjugados.

Las fotografías que acabamos de describir se han realizado en la Galería de los Pendants.

Vamos a ver cuál es su origen: En un medio freático una dominante es la circulación en régimen forzado, pudiendo ser el movimiento turbillonar o laminar. Supongamos un gran conducto: Si el régimen es laminar se cumplirá la condición ya citada de régimen laminar como requisito para la aparición de esta microforma.

Si se trata de un régimen turbulento, en las proximidades del conducto, el régimen del fluido será laminar igualmente (noción de capa límite).

El agua, por efecto de la presión hidrostática, tenderá a introducirse por las discontinuidades de la roca. Una de las discontinuidades que aparece con mayor frecuencia son los contactos entre estratos o bien superficies de diaclasado, comenzará, pues, la disolución de la roca. Recordemos que nos movemos dentro del régimen laminar y que, por tanto, la acción mecánica del agua será prácticamente nula.

Los efectos inmediatos de esta disolución serán la aparición de pequeños canales similares a los de la Fig. GE-18 (N.O.-33), que se irán conjugando e independizando dando pendants, aunque todavía no pueden denominarse de esta manera, ya que no están exentos de la roca.

Si en la evolución morfológica del conducto ocurre que el estrato inferior desaparece por erosión o simplemente por desplome quedarán finalmente exentos los pendants.

Así en los costados de las galerías de ésta y otras cuevas se ven numerosos pequeños agujeros en una fase inicial de formación de estas microformas, que no han terminado de prosperar.

Pero la evolución de estas formas no termina aquí, ya que puede ocurrir que al quedar exento el pendant y ensancharse el conducto, éste quede sometido a la acción del agua que ya no circula en un régimen laminar, sino en uno turbulento e incluso de elevada energía. Resultará entonces que rápidamente comenzará a erosionarse con lo cual perderá rápidamente su forma paralelepípedica, pasando a adoptar una forma pseudocónica, todavía se sigue denominando a es

ta forma pendant. Pero si su erosión en sentido del espesor es muy elevada, quedará una forma extremadamente aguzada con una relación de dimensiones longitudinales a dimensiones transversales muy elevada. Esta forma los geomorfólogos cubanos la han independizado creando la terminología de "estalactita de roca".

Uno de los problemas que aparecen en la formación de pendants es la formación de arcilla de descalcificación, que puede originar tapones en los conductos, con lo cual dejan de progresar y se obtiene una desviación del canal - que origina la forma.

Algunos autores (RENAULT) dan importancia a los rellenos de caverna en la génesis de canales, un pendant no es sino una conjugación de canales, en bóvedas y conductos en general. Resulta difícil creer en una génesis de canales en conductos rellenos, ya que estos supone admitir la siguientes premisas:

Admitir una consolidación de los sedimentos, la cual crea el hueco inicial preciso para el establecimiento de la - circulación.

Admitir un flujo con un gradiente de energía tan bajo que no erosione un sedimento fácil de transportar, los rellenos arcillosos se removilizan con facilidad y simultáneamente a una erosión en la roca caliza. Creemos que los canales de bóveda deben de explicarse a partir de la historia inicial del conducto antes de su colmatación.

Finalmente vamos a plantearnos una cuestión de interés:

¿Pueden originarse pendants en zonas de circulación libre, es decir, vadosa?. Creemos que si.

Si estudiamos las Galerías de los Pendants en el Segundo - Piso de la Cueva del Reguerillo, podemos apreciar que el suelo está lleno de arcilla de descalcificación acumulada por solifluxión a favor de la pendiente en dirección hacia la galería principal.

Evidentemente, desde la zona alta del cerro se produce - una leve infiltración hacia el interior de la cavidad a - favor de los planos de estratificación. Esta entrada de - agua que forzosamente deberá ser lenta por la poca anchura del conducto creará pequeños canales divagantes, aunque siempre en dirección a la Galería Central; la causa - de que los conductos no sean rectilíneos estará centrada en las discontinuidades propias de plano de estratificación y a la formación de tapones de arcilla, ya que las - aguas en su caída libre arrastrarán la arcilla en sentido descendente y la aparición de tapones de arcilla con el - consiguiente desvío del canal es siempre posible. Esto explica con claridad la forma peculiar de las acumulaciones de arcilla en la galería central del II Piso, y justifica igualmente que, en condiciones adecuadas, puedan formarse pendants en zonas vadosas.

1.6.2.4. Tectónica y morfología

La simple vista del mapa topográfico del conjunto de la - cavidad Fig. GI-1 (N.O.-10) sugiere la posibilidad de un

control tectónico de los conductos, al observarse la serie de galerías que se cortan prácticamente a noventa grados, con una reiteración constante de rumbos.

Con el fin de comprobar si esto era cierto, aunque intuitivamente se podía afirmar que era muy posible la concurrencia de este fenómeno, realizamos una medición del diaclasado en la superficie, con un diagrama en rosa que aparece en la Fig. T-1 (N.O.-36) donde aparece una predominancia notable de diaclasas a 60 y 330°. Realizada una medición similar en el interior, pero en esta ocasión referida a orientaciones de conductos Fig. T-2 (N.O.-37), se encontró que, efectivamente, había una coincidencia en los gráficos de frecuencias de diaclasado, correspondiéndose las galerías que en el cálculo estadístico hemos llamado "aberrantes", con las directrices de diaclasado menos frecuente.

En el Tercer Piso encontramos una zona en la que todas las diaclasas se encuentran levemente giradas en dirección E; esta zona viene a ponerse en contacto con las ramificaciones subsidiarias del Segundo Piso al pie del "Tubo", aunque no existe una comunicación física entre ambas zonas, debido a que existen importantes derrumbes en esta zona que se encuentra totalmente dislocada en sus estructuras. Como no es admisible pensar en un error sistemático de topografía en una zona tan extensa de la cavidad, debido al cuidado con el que se realizó la nueva topografía de la cavidad, esto nos hace pensar en que después de la tectonización de la zona se ha producido un descenso diferencial con desplazamiento angular de un bloque grande de caliza, con lo cual las diaclasas han quedado giradas, lo cual ha quedado de manifiesto al karstificarse.

Tampoco sería desechable la hipótesis de un fenómeno de hundimiento por socavamiento por el arroyo de Valdetales que corre entre el Cerro de la Oliva y su inmediato al Oeste Cerro de la Calera, ya que esta zona se encuentra colgada en las cercanías de este arroyo y muy derrumbiada.

Lo que es indudable es que se ha producido un desplazamiento angular importante antes de la karstificación.

1.6.2.5. Geomorfología estadística

De la descripción geomorfológica, plenamente subjetiva, realizada en los párrafos anteriores donde abundan las expresiones relativas: pequeño, grande, subcircular, etc. y de la simple visión de las fotografías que acompañan al texto, se hace notar que es muy difícil con simples descripciones, acompañadas de un gráfico más o menos abundante:

El dar una idea cierta del desarrollo de unos conductos en zonas kársticas en el momento que se hacen un poco complicados.

Con el fin de evitar en lo posible caer en uno de los defectos clásicos del estudio de la geomorfología subterránea de una zona kárstica, que consiste en el inventario de unas secciones de conductos, poco numerosas y, en casi

todos los casos realizadas en aquellas zonas donde la sección posee una forma muy llamativa y que, en general, no corresponde a la tónica general de desarrollo de la cavidad, careciendo por tanto de validez estadística, pero - que, a pesar de todo, sirve para ajustar el desarrollo de la caverna a tal o cual teoría formacional.

Nosotros hemos realizado un estudio estadístico de las secciones de galerías, secciones que se incluyen en el apéndice pero cuyo inventario sintetizado aparece en los gráficos:

Para la realización efectiva de este estudio, se han realizado secciones en todos los puntos donde la forma y tamaño de la sección variaban en forma apreciable respecto a la inmediatamente precedente.

Como a la hora de realizar el recuento de las secciones no podía darse a todas las secciones obtenidas el mismo valor peso estadístico, resolvimos dar a una sección un peso estadístico en proporción directa con la longitud de conducto en el que se conserva inalterada. Se realizaron un total de unas mil quinientas secciones aproximadamente.

A la hora de realizar las secciones, no se han considerado las salas, dado que hemos podido apreciar que en todos los casos aparecen en confluencias de diaclasas y su desarrollo, por otra parte perfectamente explicable por mecánica de rocas, constituye un fenómeno aparte de la excavación de la cavidad durante su funcionamiento activo.

A la vista de los gráficos E-2 (N.O.-39), E-3 (N.O.-40), E-4 (N.O.-41), E-5 (N.O.-42), E-6 (N.O.-8), E-7 (N.O.-44), E-8 (N.O.-44) puede verse que hemos sintetizado las secciones en unas tipologías claramente definidas y que difieren claramente entre sí.

Dentro de la variedad de formas tomada como número mínimo, cabe hacer la salvedad de que es posible ampliar el número de formas diferentes, pero creemos que esta multiplicación haría perder coherencia a los gráficos con lo cual se perdería el valor de síntesis que pretendemos tengan.

Por supuesto que este tipo de morfología no se debe considerar obligatoria para todo estudio geomorfológico, sino - que a la vista de todas las secciones obtenidas, debe tomarse un número mínimo de formas sintéticas al que sea fácil referir sin grandes distorsiones el conjunto general de formas obtenidas.

Los gráficos anteriormente citados nos ofrecen, además, - una doble vía interpretativa, una puramente morfológica y otra en cuanto a la funcionalidad de la sección, así p.e. entre las secciones 7 y 11 de la Fig. E-5 (N.O.-42) existe una diferencia morfológica notable. Una es una forma apuntada simple, mientras que la otra es trilobulada, su funcionalidad es la misma. Pero al desarrollarse la forma trilobulada en una zona donde hay alternancia de bancos de calizas mas competentes, adquiere una morfología diferente, morfología que al encontrarse en un número apreciable de secciones hemos considerado de interés el indicarla por separado.

Dentro del estudio de la funcionalidad de las secciones, hemos de hacer tres clasificaciones marcadamente diferenciadas.

Formas puras de conducción: En ellas se puede apreciar la tendencia a formas de bóveda circulares o subcirculares, a planas sin discontinuidades. Dependiendo de la zona de la cavidad la forma general del conducto será subcircular a ahusada horizontal.

Formas puras de admisión, la forma genérica es un conducto ahusado con su extremo superior muy agudo, lo que sugiere una circulación en sentido descendente.

Formas mixtas:

Finalmente tenemos lo que podemos denominar formas mixtas y que consisten en un conducto con bóveda plana o subcircular y que, en su centro, aparece un estrecho conducto de pequeña sección y gran desarrollo ascendente, que en modo alguno puede confundirse con un canal de bóveda, cuyo análisis en cuanto a su simultaneidad o no con el conducto principal no se diferencia en los gráficos pero que desglosaremos en el estudio.

Hemos de citar también que se han estudiado en forma global los pequeños conductos, que, con unas dimensiones que en numerosas ocasiones no alcanzan los cincuenta centímetros, en ciertos tramos de la cavidad alcanzan un desarrollo realmente importante, aunque no hemos diferenciado morfologías. En forma general, podemos decir que su forma es subcircular cuando se desarrollan en un paquete de caliza homogéneo y lobulado si hay alternancias de paquetes más o menos competentes.

Hemos ordenado las secciones de cada zona de la cavidad de acuerdo con un criterio tectónico, ya que resulta totalmente evidente que la cavidad se desarrolla según unas directrices de este tipo claramente diferenciables, cuyas orientaciones hemos indicado al comienzo de este apartado, habiendo dejado un gráfico de "direcciones aberrantes" para los conductos de cada zona de la cavidad que no siguen estas directrices dominantes, su desarrollo suele ser poco importante y solo alcanzan cierto valor cuando existe un conducto de gran desarrollo en esta dirección inusual, pero sin llegar a ser nunca dirección dominante, creemos que estas direcciones aberrantes también se desarrollan según sistemas de diaclasas menos importantes y solo puestos de relieve por la acción del agua.

Con las premisas anteriormente expuestas, se procedió a la realización de las secciones que luego a posteriori, fueron unificadas dentro de una tipología establecida a partir de las formas obtenidas.

La primera cosa a realizar fue establecer el cálculo de longitud de galería según las orientaciones preferentes, lo cual aparece en la Fig. E-1 (N.O.-38), observándose una equipolencia entre las longitudes de galerías con orientación de 330 y las que sigue una directriz de 60°.

Aparecen sin orientación pero expresadas también en el tanto por ciento, las galerías que hemos denominado abe-

rrantes, es decir, que no siguen una orientación común - con las habituales ya reseñadas anteriormente.

1.6.2.5.1. Primer Piso: Fig. E-2 (N.O.-34). En estas galerías no hemos tomado mas que una única orientación 60° , ya que las que no se adaptan apenas existen y no interesa su consideración.

Podemos, pues, establecer a la vista de los resultados de la figura, que hay una grandísima predominancia de formas subcirculares de conducción pura (1). Hemos separado la forma (2) también de conducción en cuanto a que sus dimensiones resultan notablemente mayores.

Resulta muy llamativa la pobre representación de formas - relacionables con una posible admisión (6) y (5).

Tampoco existen los pequeños conductos (7) que aparecen - con profusión en toda red de conductos kársticos y que indican ya que se da en las zonas marginales, una tendencia de ampliación del número y extensión de los conductos

Abundan igualmente poco las formas de conducción pequeñas (3) y (4).

Se ha considerado un tipo de sección (8) no relacionable totalmente con admisión ni con una conducción, ya que podemos ver en esta zona de la cavidad multitud de fenómenos clásticos.

Así pues, si quisiéramos interpretar esta parte de la cavidad, habría que calificarla como una zona con una apariencia totalmente inmovilista, desprovista de zonas de admisión y prácticamente con una constancia de formas y - dimensiones rayadas en la monotonía. Llama sobre todo la atención la falta absoluta de pequeños conductos que nos indicarían una tendencia de agrandamiento de la zona karsificada.

1.6.2.5.2. Segundo Piso

Si de una manera comparativa con el Primer Piso anteriormente descrito estudiamos las formas y frecuencias de las galerías del Segundo Piso que siguen unas directrices de 60° , encontramos el mismo estilo, es decir, hay una importancia grande de morfologías de conducción, las cuales hemos separado entre sí por las diferentes formas de bóveda y dimensiones. Aunque en ocasiones son los sedimentos los que nos dan un perfil algo más rebajado de lo que debe ser el perfil completo.

Tenemos así en la Fig. E-3 (N.O.-40).

- (1) Forma pura de conducción de bóveda circular.
- (2) Forma pura de conducción de bóveda plana.
- (3) Forma pura de conducción de bóveda circular pero de - menos dimensiones.
- (4) Formas puras de conducción de bóveda circular de menos dimensiones.
- (5) Forma mixta.
- (6) Forma pura de conducción de pequeño diámetro.

(7) Forma mixta de admisión.

(8) Pequeños conductos.

(9) Forma mixta de admisión.

Puede verse al igual que el Primer Piso que parece haber - habido una conformación inicial de la morfología, seguida de un inmovilismo total en cuanto a la extensión de la zona karstificada. Faltan igualmente las formas de absorción su presencia es muy poco notable. Aparecen las primeras formas mixtas.

Galerías del Segundo Piso a 330°. Fig. E-4 (N.O.-41).

Vemos que en estas galerías se ha producido un cambio importante en cuanto a la funcionalidad de las morfologías presentes.

Encontramos una gran cantidad de tramos de galerías en las cuales existen formas que pueden relacionarse con la absorción (1), (2), (3), (5), formas mixtas (4), formas de conducción de pequeño diámetro, (6), (7) y (9) y una gran cantidad de pequeños conductos.

Creemos en la importancia de citar los pequeños conductos, ya que al quedar como tales al interrumpirse la circulación de agua y desactivarse los conductos generales, nos hablan de un fenómeno dinámico de karstificación en la historia de la evolución de este fenómeno. Encontramos principalmente que ninguna de estas formas se adapta a los estratos; todas lo hacen al diaclasado, a excepción del número limitado de formas (7).

En las conducciones que no se adaptan a ninguna dirección habitual Fig. E-5 (N.O.-42), encontramos una equivalencia en lo referente a la presencia de unas formas u otras. De todas maneras, la importancia de estos conductos referida al funcionamiento general de la cavidad es muy limitada.

1.6.2.5.3. Tercer Piso

En las galerías del Tercer Piso a 60°, Fig. E-6 (N.O.-43), al igual que en el caso anterior encontramos una predominancia extraordinariamente llamativa de formas de conducción sobre las formas de admisión. Las formas de conducción dominantes son aquéllas cuya bóveda es plana por adaptarse a los estratos entre los cuales se desarrollan (2), (3) y (4), existen, en general, pocas bóvedas circulares - (1), pocas formas de admisión (6) y pocos conductos pequeños (8).

En las Galerías de 330°, Fig. E-7 (N.O.-44) se produce y - esta vez con una llamatividad mucho mayor que en el resto de la cavidad formas puras de admisión (1), (2), (5) y formas mixtas (3) y (4) los conductos todos ellos de bóveda circular (6) y (8) son minoritarios. Los pequeños conductos son frecuentes (7).

Si ahora consideramos las galerías a direcciones aberrantes, Fig. E-8 (N.O.-45), podemos observar que existe cierta predominancia de forma de conducción tanto de bóveda - pààaaacomm circular, formas de admisión de todas las morfologías hasta ahora separadas y formas mixtas.

1.6.2.6. Conclusiones morfológicas sobre la evolución de los conductos.

Vamos ahora a realizar unas recapitulaciones acerca de los resultados obtenidos de la interpretación de las gráficas de frecuencias.

En el Primer Piso existe una evidente descompensación entre las formas de conducción y las de transporte.

En las Galerías del Segundo Piso se observa un fenómeno similar, aunque las formas están algo mas equilibradas. No obstante el Segundo Piso es un conducto de grandes dimensiones nunca justificado por unas formas de absorción situadas en sus extremos y de dimensiones reducidas. LA

En la única zona donde hay una equivalencia de formas es en el Tercer Piso donde aparece un equilibrio, ya que se trata de conductos pequeños cuya existencia puede justificarse con las formas de absorción ya citadas.

Por otra parte:

Las formas de conducción a 60° en la mayoría de los casos suelen ir con una morfología subcircular pero con la bóveda plana, por el contrario, las formas de conducción a 330° siempre suelen ir con una forma de bóveda subcircular y casi nunca plana.

Las formas mixtas que aparecen en el Segundo Piso sólo lo hacen en las zonas en las que éste baja insensiblemente hasta ponerse a nivel del Tercero aunque no existe comunicación viable debido a los derrumbes presentes en esta zona.

En el Tercer Piso las formas de conducción mas importantes están situadas en la zona topográficamente mas baja donde drena toda la zona comprendida entre esta zona y el Segundo Piso.

Por lo tanto, cabe pues, pensar que en el Cerro de la Oliva existen dos karst tipológica, genética y cronológicamente diferentes:

Uno de ellos, el mas antiguo, pertenece a la tipología de nominada karst cubierto. No existe una zona de admisión difusa, a escala suficientemente grande, como es la que ofrece una red de diaclasas, comunicada con un lapiaz o campo de dolinas.

Por el contrario falta la zona de admisión totalmente. La admisión se realiza en masa, es decir, que el actual río Lozoya se perdía total o parcialmente por debajo de los potentes sedimentos detríticos miocenos, produciendo dos únicos conductos totalmente rectilíneos, con secciones mas o menos circulares y en dirección NE-SW, los conductos actualmente visibles en la zona del Cerro de la Oliva presumiblemente deben de ser sólo una pequeña parte de unos mucho mas largos que se extendían por todo este afloramiento calcáreo, cubierto en este período.

La dirección seguida por esta karstificación queda clara, habida cuenta de que se han observado en este monoclinal pequeños pliegues con sus ejes orientados en la dirección

general de la zona, cabe pensar que el agua buscaría para su penetración inicial e inmediato comienzo de la karstificación las zonas más favorables, es decir, donde se produjese el despegue de los estratos, a favor de estos pequeños pliegues. Cabe pues, preguntarse cuál ha sido el papel del "Tubo" en el funcionamiento de la cavidad. Durante el período de funcionamiento que ahora consideramos, es muy probable que existiesen pequeños conductos que pusiesen en contacto las dos zonas de circulación. Estos conductos posiblemente obedecerán a una génesis de erosión ascendente y su significado hidrológico no será importante en este período, si se considera su pequeño tamaño.

Al igual que estos conductos ascendentes, se desarrollarán conductos, todos ellos de sección circular, ocasionalmente sin seguir directrices tectónicas o estratigráficas, todos de pequeño tamaño y que al ser capturados por el crecimiento de la zona karstificada del III Piso constituirán los puntos de unión y acceso.

El "Tubo", que durante su génesis y posteriormente a ella, ha funcionado bajo un régimen de conducción forzada, muy posiblemente en la reactivación cuaternaria, la cual, a su vez, erosionó las estalagmitas del I Piso, funcionó como un conducto libre, lo cual justificaría la forma peculiar del "pretubo" con una morfología claramente asimilable a la de la Fig. E-9 (N.O.-46)-II cuando todavía no se ha alcanzado el nivel freático.

La historia de esta karstificación está totalmente ligada a l curso del Lozoya, evidentemente en el momento en que éste se abre camino a través de la barrera caliza del Pontón de la Oliva, todo este sistema kárstico se desactiva y muere, aunque localmente pueda reactivarse períodos muy cortos.

Las zonas de posible admisión del segundo Piso, es decir, galerías situadas al pie del "tubo", Galerías de los Pendants y Galerías nuevas, no son sino la superposición de una forma diferente de karstificación.

En el caso de las galerías que son afluentes de la galería central del Segundo Piso en su pared Norte, se trata de aportes desde la ladera Norte del cerro calizo la cual se abre a un valle colgado, las aguas penetran interestratalmente.

En el caso de las galerías del pie del "Tubo", se han producido a partir de condiciones de karstificación diferentes y con un importante descenso local de la masa caliza, lo que une insensiblemente con la morfología típica del Tercer Piso esta zona y el Segundo Piso. En cuanto a las Galerías Nuevas, se trata de un caso idéntico al descrito.

Queda por aclarar si los dos conductos citados I y II Piso son coetáneos o no, no existe motivo para pensar que se hayan desarrollado en períodos diferentes aunque estén a diferente cota topográfica, autores que han trabajado en modelos matemáticos del karst (DAVIS) han llegado a la conclusión teórica de la probable coexistencia de diferentes conductos a distintos niveles con diámetros decrecientes -

con la profundidad, aquí se cumple plenamente esta teoría aunque no sea plenamente demostrable.

Finalmente hemos de preguntarnos cuál ha sido el papel del nivel de base. Se observa que cuanto más cerca estamos del Segundo Piso son mas frecuentes las formas puras de admisión y conforme nos vamos acercando a la galería inferior del Tercer piso, abundan las formas mixtas. La galería inferior anteriormente citada ha debido actuar drenando todo el sistema de diaclasas por donde se admitía agua a la cavidad. Nos encontramos pues, con un clásico sistema de karstificación con una zona de admisión de gran extensión superficial, aunque no visible por encontrarse cubierta. Ahora bien, en este caso no se trata de un karst cubierto en s.e. podríamos afirmar que el Tercer Piso aparece por un proceso de karstificación bajo cobertera detrítica poco potente, Karst Epitelial.

Curiosamente, si la desactivación de la karstificación anterior viene condicionada por el paso del Lozoya a través de la barrera calcárea, es ahora al depositar terrazas a media ladera de estos cerros, cuando condiciona al depositar sus aluviones la formación de una cobertera detrítica permeable que permitirá la karstificación y la aparición del III Piso.

Veamos esto con algo mas de detenimiento:

La zona de calizas sobre la que se asienta toda la vuela, tiene un diaclasado suficientemente denso, pero también tiene la "cuesta" una pendiente muy grande, lo cual produce una escorrentia muy elevada y reduce las posibilidades de infiltración. Ahora bien la presencia de un material detrítico por lo tanto permeable, insoluble o no, en nuestro caso es insoluble pues son residuos de pizarras, gneises y cuarcitas, material adosado en forma de terraza a la ladera caliza suaviza la cuesta, da una infiltración elevada y permite una mayor permanencia del agua que lentamente se va infiltrando por las diaclasas.

Supongamos el caso de la Fig. E-9 (N.O.-46).

I.- Supongamos un terreno calcáreo diaclasado con cobertera detrítica poco potente.

II.-

a- Caliza anisótropa, es decir, con bandas de diferente composición litológica. Comienza la infiltración a favor de la diaclasa y su ensanchamiento.

b- Caliza isótropa.

Comienza la infiltración a favor de la diaclasa y su ensanchamiento.

III.- Se convierte el ensanchamiento de la diaclasa en un conducto penetrable, al alcanzar en el caso (a) bandas de mayor insolubilidad, aparecen los primeros lóbulos.

IV.- Se alcanza el nivel de base, por tanto, se detiene la karstificación en profundidad y se ensancha en la zona donde de merced al nivel de base queda una zona inundada.

En el proceso IV interviene en forma adecuada el fenómeno de corrosión de mezcla de aguas de Bogli.

Como dato indicativo de la persistencia del poder corrosivo de un agua, véase la Fig. E-10 (n.O.-47) donde J. CORBEL indica la proporción de carbonato en el agua, por disolución y por erosión en función del recorrido.

1.6.2.7. Edad de los procesos de karstificación y relleno en la Cueva del Reguerillo.

Vamos a movernos dentro de los términos de una especulación relativa sobre la edad del karst estudiado, basándonos en los datos obtenidos por Geomorfología, Sedimentología y Paleontología, aún cuando los dos últimos apartados figuran posteriormente a esta exposición.

F. CORCHON en su Tesis Doctoral indica que, aunque para una karstificación es precisa la existencia de discontinuidades del tipo de diaclasas o planos de estratificación, en los tiempos anteriores al plegamiento Alpino, es decir, al Oligoceno, cuando ya ha emergido parte de la región, con el simple paso de un régimen a otro de diferente salinidad, régimen marino a continental, es posible que se produjese una incipiente karstificación a favor de los poros. Aunque este proceso no tuviese ninguna influencia sobre la karstificación postectónica del mioceno.

Puede, pues, pensarse que en las sucesivas fases del plegamiento alpino, con los subsiguientes arrasamientos de los relieves se han ido creando y erosionando zonas kársticas, si las condiciones paleoclimatológicas eran favorables para la producción de este fenómeno.

Hay, pues, argumentos para creer que ha habido una karstificación posterior a los plegamientos iniciales intraoligocenos.

Igualmente ha podido existir una karstificación a favor de las sucesivas fases de rejuvenecimiento del relieve en las distintas fases pre, intra y postmiocenas del plegamiento alpino.

Por lo tanto, puede hablarse de una fase post sálica, de karstificación, de una fase post estaírica y otra post rodánica.

No podemos afirmar si el karst actualmente visitable es mioceno o plioceno, lo que no cabe duda es que en el interior del Reguerillo hay sedimentos que poseen unas curvas granulométricas que, si bien no se parecen totalmente a las curvas bimodales de los detríticos miocenos, Fig. 6-4 (N.O.-6) procedentes de depósitos en régimen de arroyada, o pueden suponerse como una mezcla de sedimentos miocenos con aportes cuaternarios del Lozoya.

Por lo tanto, son sedimentos miocenos los que han entrado en la cueva del Reguerillo fosilizándola hasta su reactivación cuaternaria, lo cual da unas curvas bimodales suavizadas. Ahora bien: se trata de una colmatación intramioceno, lo que implica un cambio total del régimen hidráulico, o es una colmatación post rodánica con materiales miocenos, posiblemente a comienzos del Plioceno con una alte

ración total de los niveles de base. Creemos que esta última hipótesis es la mas cercana a la realidad. De lo que no cabe duda es de que en los comienzos del Cuaternario - los Pisos I y II estaban desactivados totalmente.

En el Pleistoceno inferior se produce una reactivación - corta pero lo suficientemente intensa como para aportar - sedimentos dejando una terraza hipogea en el I Piso.

Posteriormente el Lozoya se abre paso por el Pontón de la Oliva y queda finiquitada cualquier relación de aguas - alóctonas con los pisos anteriormente aludidos.

El Lozoya limpia la cuesta de detríticos miocenos y deposita su terrazas, las cuales permiten la karstificación - bajo cobertera detrítica poco potente creándose entonces el Tercer Piso. El Lozoya controla el funcionamiento hidráulico del III Piso, como lo testimonian las arenas groseras y gravas finas, de litología pizarrosa, que tapizan los suelos de las partes mas inferiores del III Piso y - que indican una cierta penetración masiva del río Lozoya en esta parte de la cavidad. dando una terraza hipogea.

Durante el Wurmense se produce la habitación del Reguerillo por una colonia de osos. Posiblemente con poco intervalo, aunque imprecisable si antes o después de los osos hay una habitación humana.

Wurmense final.- Depósito de la primera capa de caliza - estalagmítica: estalagmita climática.

Post Wurmense.- Depósito de la capa intermedia de caliza estalagmítica, estalagmita pagodita.

Holoceno posiblemente anterior al subperíodo Atlántico: Depósito de la última capa de caliza estalagmítica: estalagmita mixta.

Subperíodo atlántico, período de gran pluviosidad que produce la corrosión de las estalagmitas del I Piso y el - - arrastre de los restos a las galerías laterales.

En el período anterior se produce la inundación de la galería GEIS y la formación de recristalizaciones por aguas cargadas de carbonatos. Posiblemente sean de este período los depósitos travertínicos del exterior Fig. GE-8 (N.O.-15).

1.7. SEDIMENTOLOGIA

1.7.1. RELLENOS QUIMICOS

1.7.1.1. FORMAS DE RELLENO DE CARBONATO CALCICO

Hasta hace poco tiempo las formas de relleno carbonatadas de las cavidades kársticas eran consideradas como simples formas curiosas; todo lo más con un relativo interés mineralógico y cristalográfico. Poco a poco se han ido interpretando una serie de datos que inicialmente habían pasado desapercibidos para los investigadores, en muchos de los casos porque no existían las técnicas tan precisas - que actualmente hay.

Aunque inicialmente sólo habíamos prestado un interés relativo a estas formaciones, al profundizar en su conoci-

miento hemos encontrado datos que nos permitieron desarrollar hipótesis iniciales que finalmente fueron modificadas o confirmadas. Revelándose como el campo de estudios de este PROYECTO en el cual se han conseguido resultados mas satisfactorios.

Con el fin de describir de una manera mas ordenada estos depósitos vamos a desglosar su estudio en los siguientes apartados:

- 1.7.1.1.1. Morfología de formas de relleno.
- 1.7.1.1.2. Petrografía de las calizas estalagmíticas.
- 1.7.1.1.3. Elementos traza en las calizas estalagmíticas
- 1.7.1.1.4. Geoquímica de los depósitos de carbonato.
- 1.7.1.1.5. Dataciones absolutas de calizas estalagmíticas
 - 1.7.1.1.5.1. Fundamentos del método.
 - 1.7.1.1.5.2. Resultados de las dataciones.
- 1.7.1.1.6. Interpretaciones paleoclimatológicas.
- 1.7.1.1.7. Técnicas recientes de investigación no aplicadas.
- 1.7.1.1.1. Morfología de las formas de relleno.

Las formas de relleno pueden dividirse en dos categorías fundamentales: Formación cuyo origen radica en un goteo mas o menos preciso y regular y las que su génesis cabe atribuirle a una lámina o manto de agua en un movimiento mas o menos lento.

A las primeras pertenecen las estalactitas y estalagmitas

A las segundas: coladas estalagmíticas, depósitos de "gours" y depósitos de lago.

Vamos a realizar una descripción de todas las formas que se presentan en la Cueva del Reguerrillo, de acuerdo con la clasificación anteriormente expuesta.

Con el fin de uniformar nuestros criterios de acuerdo con las nomenclaturas de otros autores, remitimos a la Fig. - RM-1 (N.O.-48) donde A. ERASO, indica la posible correlación entre las formas estalagmíticas y estalactíticas en función de la presión parcial de anhídrido carbónico y del caudal.

Creemos que no es totalmente exacta esta generalización. Hay que pensar en que es muy fácil que en las formaciones estalagmíticas se produzca una convergencia de formas, y un factor no considerado que es la energía cinética del aporte, puede sin lugar a dudas producir, cuando es suficientemente elevado, interesantes formas de las llamadas de palmera, en zonas de bóvedas elevadas, cuando en el resto de la cavidad los depósitos son de otro tipo.

Por tanto, sólo podemos utilizar el nomograma anteriormente citado cuando la distribución geométrica del lugar donde se realice el depósito sea regular.

En la Cueva del Reguerillo las estalactitas y estalagmitas no son excesivamente abundantes, no constituyen esas acumulaciones típicas que pueden observarse en cuevas abiertas al turismo.

En el Primer Piso de la cavidad, es donde puede considerarse que hay cierta riqueza de formas, y en él encontramos estalactitas, generalmente de muy pequeño desarrollo, y abundantes estalagmitas. Esto nos hace pensar que las condiciones de depósito estaban determinadas por una presión parcial de anhídrido carbónico algo elevada, lo cual no permitía rápida descomposición del bicarbonato.

Así pues, en el Primer Piso encontramos estalagmitas de todos los tipos: climáticas, de caudal, mixtas y palmeras, Fig. RM-2 (N.O.-49) aún cuando las últimas sólo aparecen en las zonas de gran altura de bóveda. Como si la mayor energía cinética de los aportes hubiese favorecido su formación.

Las formaciones estalactíticas son, en general, muy poco frecuentes, al menos con un gran desarrollo. Encontramos algunas estalactitas de tipo macarrón y sólo algunas estalactitas climáticas y de caudal.

Dentro ya de formaciones por degoteo, carbonatadas, curiosas, hemos de hacer notar la presencia de estalagmitas de arena en el corte estratigráfico del Hundimiento y el final del Primer Piso, donde resulta evidente en el interior de una masa arenosa fluvial y que, posteriormente, ha sido eliminado.

Hacemos notar que gran parte de las estalagmitas del Primer Piso se encuentran muy erosionadas, debido a la acción de aguas muy corrosivas en un período de reactivación local de la cavidad.

En el Segundo Y Tercer Piso de la cavidad, las formaciones por degoteo son mucho menos abundantes. En todo el largo recorrido del Segundo Piso sólo se encuentran muy pocas estalactitas y estalagmitas y casi siempre unidas formando columnas. Fig. RM-3 (N.O.-50).

Parece existir explicación clara: la gran pobreza de formaciones creemos que se debe a que encima del Segundo Piso se encuentra el nivel de margas del Senoniense superior, el cual debe sellar, para la infiltración, los niveles inferiores de la cueva, tan solo hay aportes muy localizados a través de diaclasas accidentalmente mayores que las otras, que producen las formaciones anteriormente citadas.

No ocurre así con las llamadas Galerías Nuevas donde encontramos una profusión de formaciones. Ahora bien, en casi la totalidad de su recorrido estas Galerías tienen encima una montera de roca muy pequeña y muy fracturada, faltando las margas, ya que se desarrollan entre el escarpe de la zona E del Cerro de la Oliva y la ladera, estando recubiertas sólo por sedimentos de origen gravitacional que poseen una gran permeabilidad.

Las formas suelen ser casi siempre estalactitas de tipo macarrón, Fig. RM-4 (N.O.-51) estalactitas y estalagmitas climáticas.

Abundan también sobremanera las estalactitas excentricas Fig. RM-5 (N.O.-52) compuestas por aragonito.

También hemos encontrado una forma curiosa de estalactita Fig. RM-6 (N.O.-53) que, de haberla encontrado cerca de un nivel de ocupación de agua, la habríamos identificado sin lugar a dudas como una formación estalactítica subacuática, pero que aquí no tiene razón de ser, cabe pues, pensar que se trata de una convertencia de formas y que se haya producido en unas condiciones especiales de depósito, de las que no son ajenas una evaporación muy intensa producida por alguna pequeña corriente de aire.

Podemos decir otro tanto del Tercer Piso, el cual presenta un aspecto desolado en lo referente a formaciones estalagmíticas, ya que, prácticamente, no existen. Tan sólo en la Galería GEIS, situada en la misma zona del Cerro de la Oliva que las Galerías Nuevas, encontramos formaciones encontrando, además, numerosas perlas de caverna con su origen también en un degoteo.

Los depósitos de carbonatos debidos a lámina o manto de agua, se presentan con la misma frecuencia que las debidas a degoteo.

En casi todo el Primer Piso encontramos numerosas coladas estalagmíticas que tapizan paredes y suelo; desde luego son coetáneas y su origen se puede atribuir a una fina lámina de agua cargada de carbonato y que recubre tanto las arcillas no arrastradas por la reactivación de la cavidad como el suelo de calizas mesozoicas. Se trata de una potente formación que en muchas ocasiones alcanza más de medio metro y que está zonalmente muy erosionada, sobre todo en la zona del Lago, por la reactivación de la cavidad que atacó también las estalagmitas.

En la zona conocida como la Gran Sala, la colada estalagmítica está totalmente fracturada. Se debe a que en esta zona se ha producido un reajuste del suelo, lo que produjo descensos diferenciales de las formaciones que en ellos se apoyaban. Esto ha producido, además de la fracturación de la colada estalagmítica, desprendimientos de columnas que ahora están con su parte terminal a unos treinta centímetros del techo, al cual estaban soldadas antes.

Esto también ha producido el soterramiento de algunas estalagmitas por solifluxión, las cuales presentan, a veces una forma de platos superpuestos, lo cual sólo es explicable por una génesis del tipo de la anteriormente apuntada.

En el Hundimiento, hemos encontrado coladas estalagmíticas fosilizadas.

Depósitos de "gours", sólo aparecen en las cercanías de la Sala del Tablón, con pequeño desarrollo; estos depósitos los incluimos entre los debidos a la acción de un manto de agua.

En los Pisos Segundo y Tercero, encontramos depósitos abundantes debidos a la acción de aguas con poco movimiento, aunque no asimilables a gours.

En las Galerías Nuevas encontramos unos niveles de perma-

nencia de aguas perfectamente marcados en las paredes Fig. RM-7 (N.O.-54) y Fig. RM-8 (NO.O.-55). Estas marcas, al igual que los recrecimientos que aparecen en los costados de muchas estalagmitas, sobre todo en las cercanías del - Organo, nos hablan de la posterioridad de esta inundación a su formación e indican la existencia de una gran masa - de agua, que ocupaba casi toda la galería y que se renova - ba muy lentamente.

Este agua poseía acción reguladora de la que inundaba por completo la Galería GEIS, situada a un nivel inferior, la cual se encuentra recubierta de techo a suelo por recreci - miento de calcita que enmascaran totalmente la roca en la que se ha excavado el conducto, así como las formaciones anteriores. Fig. RM-9 (N.O.-56) FIG. RM-10 (N.O.-57) y Fig. RM-11 (N.O.-58).

El poder asegurar la existencia de un nivel de ocupación de aguas en esta zona nos permitirá llegar a algunas inte - resantes conclusiones en el capítulo dedicado a la paleon - tología.

1.7.1.1.2. Petrografía de las calizas estalagmíticas.

Habíamos observado en algunas estalagmitas diferencias de texturas en algunas roturas accidentales. Uno de los he - chos mas llamativos era que podían apreciarse ciertas dis - continuidades en sus crecimientos y que estas discontinui - dades estaban marcadas por unos obscurecimientos de los - depósitos, que, inicialmente, pensamos pudieran tratarse de compuestos de hierro como costras climáticas.

Con el fin de investigar sobre el problema, seccionamos - longitudinalmente numerosas estalagmitas procedentes de - todos los sitios de la cueva, de las secciones incluimos tan solo los mas significativos.

Observamos que existían diversas discontinuidades en el - crecimiento de la estalagmita, pudiendo distinguir discon - tinuidades principales y discontinuidades secundarias.

Los criterios seguidos para separar cada tipo de discon - tinuidades fueron los siguientes.

Discontinuidad primaria:

Marca un gran cambio en el estilo de crecimiento de la es - talagmita. En las estalagmitas del Primer Piso se ve un - paso de estalagmita de caudal a climática y de ésta a pal - mera, de dentro a fuera, Fig. RP-1 (N.O.-59). Nunca se - presentan estas discontinuidades en número mayor de tres y en ocasiones, si la estalagmita no tiene un gran desa - rrollo, sólo aparece una discontinuidad o ninguna.

Ocasionalmente, Primer Piso, la discontinuidad está marca - da por un enriquecimiento de sales férricas Fig. RP-1 - (N.O.-59), lo cual viene indicado por un colorido oscuro en las bandas de crecimiento. Además, existe incluso una discontinuidad física, ya que las tres partes de esta - muestra pueden separarse con la mano.

Discontinuidades secundarias:

Se encuentran entre las discontinuidades principales. Son pequeñas superficies que marcan leves interrupciones en los aportes de carbonato, pero que no marcan cambios sustanciales en el estilo de crecimiento ni en las características de la calcita. No hay cambio de color.

Con el fin de investigar estas discontinuidades con algo mas de profundidad, preparamos láminas transparentes para el estudio petrográfico de las calizas siguiendo siempre el eje de crecimiento de la estalagmita y cuyos resultados aparecen en las Figuras: RP-2(N.O.-60), RP-3(N.O.-61), RP-4(N.O.-62), RP-5(N.O.-63), RP-6(N.O.-64), RP-7(N.O.-65), RP-8(N.O.-66), RP-9(N.O.-67), junto con las discontinuidades principales, trazo grueso y secundarias en trazo fino.

Hemos identificado petrográficamente los siguientes componentes:

a- aragonito Fig. RP-10(N.O.-68) y RP-11(N.O.-69).

e₁- esparita con estructura en empalizada. Fig. RP-12(N.O.-70).

e₂- esparita granular Fig. RP-13 (N.O.-71), fig. RP-14 (N.O.-72).

m- micrita, rara, Fig. RP-15(N.O.-73).

Vamos a analizar ahora los resultados de las láminas transparentes.

Estalagmitas de Primer Piso. Fig. RP-2(N.O.-60) y Fig. RP-3(N.O.-61).

En las que están bien desarrolladas hemos encontrado tres discontinuidades.

La forma dominante es la esparita, sobre todo con estructura en empalizada aunque en las zonas de discontinuidad aparece esparita granular o microgranular. Fig. RP-13 (N.O.-71) y Fig. RP-14 (N.O.-72).

Encontramos un fenómeno muy raro y es la presencia de una estalagmita donde sólo vemos micrita Fig. RP-15(N.O.-73) y sólo en un punto esparita en empalizada Fig. RP-12 (N.O.-70).

Por la distribución de las zonas de crecimiento y por su textura externa, podemos ver que se trata de una estalagmita formada sobre arena, se ve Fig. RP-3(N.O.-61), en las bandas de crecimiento el pocillo que formaba el degoteo al incidir sobre la arena. La gran cantidad de terrígenos que aparecen en la Fig. RP-15 (N.O.-73) de color blanco han impedido un desarrollo de la esparita.

En las estalagmitas del Segundo y Tercer Piso, según se deduce de las figuras RP-4(N.O.-62), RP-5(N.O.-63), RP-6(N.O.-64), RP-7(N.O.-65), RP-8(N.O.-66) y RP-9 (N.O.-67) hay una gran predominancia de muestras en las que la abundancia de aragonito es extraordinaria, tal y como se ve claramente en las indicaciones de los distintos tramos petrográficos.

El aragonito puede siempre presentarse de dos formas distintas, bien solo y dando una masa de cristales acicula-

res o bien alternando con cristales de esparita según puede apreciarse en las microfotografías de las Figs. RP-10 (N.O.-68) y RP-11 (N.O.-69).

Como conclusión de las observaciones realizadas puede afirmarse:

En las estalagmitas del Primer Piso no aparece aragonito, la forma dominante es esparita en empalizada. En las discontinuidades aparece esparita de tipo granular o microgranular.

En las estalagmitas del Segundo y Tercer Piso aparece como forma dominante el aragonito que en ocasiones está mezclado con esparita, ésta siempre de carácter granular. En muy pocas ocasiones aparece solo esparita y solo en una de las láminas observadas se ha podido ver micrita.

1.7.1.1.3. Elementos traza en las calizas estalagmíticas.

En las Figuras RP-16 (N.O.-74) y RP-17 (N.O.-75) se ven claramente las zonaciones que nos habían llamado la atención, se puede apreciar las grandes variaciones de color que aparecen. Una estalagmita Fig. RP (N.O.-74) es del Primer Piso y la otra Fig. RP-17 (N.O.-75) es del Segundo Piso.

Con el fin de saber cuáles eran los compuestos que podían intervenir en estas coloraciones se hizo un espectrograma completo de estas calizas, el cual nos indicó la presencia de algunos elementos, entre los que sólo consideramos por ser los más abundantes: hierro, titanio y cobre.

Con el fin de averiguar qué compuestos metálicos eran los que estaban presentes en las calizas, se realizaron varios análisis de microscopía electrónica del residuo de caliza insoluble en ácido acético. (Dep. de Edafología C.S.I.C., Dr. ALONSO).

Con los resultados que aparecen en las microfotografías siguientes:

Fig. ME-1 (N.O.-76) caolinita, sepiolita y letarita.

Fig. ME-2 (N.O.-77) montmorillonita, illita y goetita.

Fig. ME-3 (N.O.-78) caolinita, sepiolita y titanita.

Fig. ME-4 (N.O.-79) mica, caolinita y goetita.

Fig. ME-5 (N.O.-80) goetita.

Fig. ME-6 (N.O.-81) goetita.

Fig. ME-7 (N.O.-82) micas, clirita rómbica y goetita.

En las figuras ME-8 (N.O.-83) y ME-9 (N.O.-84) figuran las estalagmitas de las que se tomaron las muestras para estos análisis.

Los compuestos metálicos que existen son la goetita y la titanita, el cobre estará adsorbido.

De gran importancia para predecir el acompañamiento de los elementos químicos que intervienen en un proceso, es conocer las regiones de estabilidad correspondientes a cada especie química determinada, que depende naturalmente de los parámetros que determinan las condiciones del medio.

Dichos parámetros, en cuanto atañe a procesos de geodinámica son fundamentalmente el pH del medio, el potencial de oxidación reducción (red-ox) E, el producto de solubilidad de las especies químicas Ps, el enmascaramiento de las mismas mediante iones capaces de dar iones complejos, etc.

Para abreviar nosotros, vamos aquí a remitirnos a calcular las curvas potencial -pH, para cada uno de los oligoelementos estudiados, a base de introducir las ecuaciones de NERST, que definen los potenciales red-ox del medio - considerando implícitos los productos de solubilidad Ps - de las diferentes sustancias que resultan de contrastar dichas potenciales con todas las gamas de pH. De esta manera, aunque no consideremos en nuestros cálculos la presencia de iones complejos, sabemos que los resultados a que llegamos, cuando se aplican a la naturaleza, poseen una elevada probabilidad de ocurrencia.

Llegamos así a definir en función de una extensa gama de valores pH y de E del medio, las regiones de estabilidad que resultan de la transformación mediante equilibrios químicos de las especies químicas derivadas de los elementos estudiados HIERRO, COBRE y TITANIO.

Presentamos así en las figuras GQ-1 (N.O.-25), para el hierro, GQ-2 (N.O.-86), para el cobre y GQ-3 (N.O.-37) para el titanio, las curvas E-pH, en las que va superpuesta la función que define el límite máximo de oxidación del agua meteórica, que tiene la forma:

$$E = 1,23 - 0,06 \text{ pH}$$

de manera que, si consideramos los rangos de pH naturales como comprendidos entre 3 y 8,5 (tan ácidos, pues se han medido, valores de 3,5 en las aguas de las pizarras silíceas que están próximas a las calizas donde se sitúa la cueva del Regeerillo) encontramos que los potenciales red-ox a los que el agua meteórica puede oxidar, alcanzarán valores de 1,05 a 0,72 volt.

Las especies químicas estables de cada elemento son:

- a.- $\text{Fe}(\text{OH})_3$ para el hierro en todos los casos.
- b.- $\text{Ti}(\text{OH})_4$ para el titanio en todos los casos.
- c.- $\text{Cu}(\text{OH})_2$ para el cobre por encima de pH=5 y Cu para el cobre por debajo de pH = 5.

Es decir, que para pH más ácido que 5, sólo el cobre permanece en solución como catión cúprico Cu^{++} mientras que para todos los casos, todos permanecen como hidróxidos insolubles siendo:

$\text{Ti}(\text{OH})_4$ el mas insoluble 10^{-76} mol/l.
 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ solubilidad del orden de 10^{-36} mol/l.
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ el mas soluble 10^{-19} mol/l.

Lo que quiere decir sencillamente que el primero que tenderá a depositarse es el titanio, seguido del hierro y después del cobre, con la salvedad de que este último podrá ser lixiviado con agua mas ácida que pH = 5.

Con el fin de llegar a un conocimiento directo de las variaciones cuantitativas de elementos traza a lo largo de las estalagmitas, en los Laboratorios del I.G.M.E. se han realizado análisis espectrométricos de una estalagmita del I Piso, por emisión, de otra del II Piso, por absorción, - cuyos resultados expresamos en unas gráficas: contenido en oligoelemento (ppm): longitud relativa.

Fig. GQ-4 (N.O.-88) situación de toma de muestras en la estalagmita del I Piso.

Fig. GQ-5 (N.O.-89) gráfica de contenidos en Ti, Cu, Fe en la estalagmita anterior.

Fig. GQ-6 (N.O.-90) situación de las tomas de muestras en una estalagmita del II Piso (Galerías Nuevas).

Fig. GQ-7 (N.O.-91) gráfica de contenidos en Ti y Fe de la estalagmita anterior.

En la parte alta de los gráficos contenido de oligoelementos (ppm) Longitud relativa se han indicado con unas flechas verticales las discontinuidades principales y con unos trazos verticales las discontinuidades secundarias.

De los gráficos citados, se deducen los siguientes hechos:

El cobre no posee un comportamiento variable con las condiciones de depósito estudiado, simplemente actúa como un fondo geoquímico.

La existencia de una discontinuidad principal o secundaria, en casi todas las ocasiones produce una elevación en los contenidos de titanio y de hierro. La elevación es mucho mas marcada en las discontinuidades principales, donde los contenidos se disparan aumentando mucho.

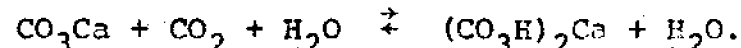
El titanio, aunque sigue acusando las discontinuidades litológicas, en la estalagmita del Segundo Piso, no aparece con concentraciones tan elevadas como lo hace en las del Primer Piso.

El titanio, posiblemente por ser menos soluble, no alcanza su valor máximo, en ocasiones, en la misma discontinuidad principal, sino que lo hace un poco pasada ésta.

1.7.1.1.4. Geoquímica de los depósitos de carbonato cálcico.

El mecanismo de la deposición del carbonato cálcico es muy sencillo: Una molécula de bicarbonato cálcico inestable, - llega en disolución hasta un medio ambiente cuya presión parcial de anhídrido carbónico es menor que su constante de equilibrio. Pierde entonces una molécula de anhídrido carbónico y se deposita el carbonato cálcico.

La constante de equilibrio de la reacción:



Depende sólo de la concentración de CO_2 .

Ahora bien, el carbonato cálcico puede presentarse en dos formas en la naturaleza: Calcita y aragonito. El aragonito es la variedad menos estable, y de hecho sólo se presenta raras veces, excepto en las cavidades, donde en ocasiones

Se han realizado muchos estudios al respecto. Creemos que los trabajos de A. GIROU en su tesis "Etude de la cinétique de precipitation des carbonates de calcium en phase aqueuse" y los de H. ROQUES del I.N.S.A. de Toulouse, son terminantes al respecto y queda de una vez resuelta la fuerte controversia que al respecto se ha mantenido.

Como no entra dentro de este proyecto el hacer un estudio exhaustivo de los procesos de formación de una u otra variedad, remitimos a la tesis de Girou, a los que deseen profundizar sobre los aspectos físico-químicos del tema.

Del gráfico GQ-8 (N.O.-92) contenido en carbonatos-presión parcial de CO_2 , se deduce que una concentración elevada de anhídrido carbónico favorece la formación de aragonito.

Del gráfico GQ-9 (N.O.-93) concentración de carbonato-temperatura, se deduce que las temperaturas elevadas favorecen también la formación de aragonito no encontrándose aragonito por debajo de una temperatura de formación de -10°C .

H. ROQUES en su ponencia "Influence des cation étrangers sur CaCO_3 et déterminisme cristalin..." presentada en la "Reunion Intergroupe sur Remplissages karstiques" en Foix (1970), indica la gran importancia que tiene la presencia de trazas de algunos elementos, los cuales estabilizan el aragonito por debajo del punto teórico de equilibrio, incluso la vaterita, que con cationes cobalto permanece estable.

Uno de los cationes mas importantes en esta labor estabilizadora del aragonito y muy frecuente en el dominio de la naturaleza es el magnesio, el cual orienta los depósitos hacia la formación de aragonito, siempre y cuando esté este catión extraño en la concentración suficiente.

Nosotros hemos podido apreciar que el estado de la atmósfera, referido a su grado de humedad, es también importante, si ésta es muy baja, puede ser que actúe como un concentrador de iones magnesio, los cuales actuarán como núcleos de cristalización.

Otros cationes, sobre todo los divalentes, actúan en el sentido de deformar los cristales de calcita. En las discontinuidades, donde hay una mayor concentración de terrígenos y de cationes metálicos, se produce un desorden en el habitus de la calcita, presentándose en la forma que hemos denominado granular y microgranular.

El efecto de una ventilación intensa, corrientes de aire, en una cavidad ejerce un efecto similar al de una atmósfera seca sobre la mayor predisposición en la formación de cristales de aragonito.

Si la desecación llega a ser muy intensa, aparecen unas formaciones blanquecinas, similares a eflorescencias que se denominan "Mondmilch" y que llevan: calcita, aragonito hidromagnesita, hundita, dolomita y, a veces, yeso junto con colonias bacterianas.

1.7.1.1.5. Dataciones absolutas

Durante el mes de Julio de 1.970 realicé una estancia de

un mes en el Laboratorio de Aplicaciones Nucleares a las Obras Públicas, con el fin de adquirir experiencia en dataciones absolutas por Carbono 14, ya que habíamos tenido noticia de la posibilidad de datación de calizas estalagmíticas por trabajos del "Centre de Faibles Radioactivités Centre National de la Recherche Scientifique de France" y en aquella época se pensaba instalar un laboratorio de dataciones absolutas en el Instituto Geológico y Minero de España, donde yo era becario.

Vaya en estas líneas de nuevo mi agradecimiento a los Sres. PLATA, BAONZA y, en especial, a mi buen amigo JUAN STEIN, quienes, con gran paciencia, soportaron mi inexperiencia.

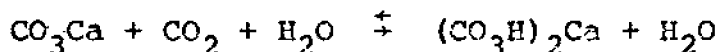
Con el fin de ampliar mis conocimientos sobre el tema, preparé una extensa monografía sobre el contaje por centelleo líquido, el único método de datación absoluta por C-14 existente en el Gabinete.

Como creo que se trata del único texto en castellano existente sobre el tema y abarca todas las técnicas precisas del proceso con sus múltiples variantes, desde la preparación de muestras hasta la elaboración final de datos con el cálculo de errores, he creído conveniente incluirlo en el Proyecto, por el interés indudable que posee, ya que es una síntesis de toda la bibliografía existente. Por otro lado, creo en la legalidad de incluirlo, dado que las dataciones de las calizas estalagmíticas de la Cueva del Reguerillo han sido las primeras en ser datadas por este método en España y, si no las primeras, sí pioneras en las dataciones absolutas por centelleo líquido, ya que si bien tenemos noticias de dataciones absolutas por detector de plancheta en el Instituto Rocasolano del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, hasta este momento no se había trabajado por este sistema que, a excepción de los contadores proporcionales gaseosos, es el más exacto y de más alcance en la datación.

1.7.1.1.5.1. Fundamento del método

Existen tres isótopos del carbono con números atómicos 12, 13 y 14, siendo en mas abundante el C-12, le sigue el C-13 con una abundancia del 1,1% y, finalmente, el C-14, que es el único radiactivo y que se genera en las capas altas de la atmósfera con el bombardeo del N-14 por los rayos cósmicos. Tras formarse, instantáneamente se combina con el oxígeno para dar CO₂, el cual, por su mayor peso, tiende a descender hacia las partes bajas de la atmósfera donde es asimilado por las plantas en el proceso de la fotosíntesis pasando a formar parte en el ciclo de la vida. Como se acumula en los tejidos, tanto en los muy de gradables como en los poco degradables: madera y huesos, conocido su período de semidesintegración: 5.530 años (vida media) si medimos la actividad de una muestra sabemos cuál es su antigüedad aplicando los cálculos precisos.

Ahora bien, en el proceso habitual de disolución de calizas:



Dentro del CO_2 que interviene en el proceso la proporción de moléculas con carbono radiactivo será idéntica a la que asimilan los seres vivos.

Por lo tanto, en los depósitos producidos al precipitar el carbonato en ambientes de menor presión parcial de CO_2 , habrá carbono radiactivo, pero ya no en la misma proporción que se encontraba en la atmósfera, ya que interviene también carbono radiactivamente inerte, procedente de la roca disuelta, la cual en la infinidad de los casos tendrá una edad superior a los 50.000 años que es la edad a la que puede llegarse con dataciones de C-14. Por tanto, encontraremos en estas muestras un contenido en carbono radiactivo diluido y si no corregimos este factor, encontraremos antigüedades mucho mayores de lo que realmente son.

De igual manera, como hay que calcular las edades mediante el balance C-12/C-14 ha de realizarse una corrección para el carbono 13.

Para calcular cuál es el factor de dilución del C-14 en las formaciones estalagmíticas, se procedió al cálculo de actividades en muestras de estalagmitas de rápido crecimiento (macarrones), comparándolas con actividades de CO_2 recogido en la atmósfera, se encontró que se producía con un valor prácticamente constante una dilución del 40% por el carbono inerte introducido a partir de la roca atacada, factor que corregimos antes de realizar los cálculos.

1.7.1.1.5.2. Resultados de las dataciones

Condiciones de la datación:

Peso de muestra 35-50 gr.

Tratamiento de la muestra antes de la síntesis: Ácido clorhídrico.

Síntesis: el anhídrido carbónico se lleva a un horno con litio fundido para carburo de litio ($\text{CO}_2 + \text{Li} \rightarrow \text{CLi}$).

Carburo de litio con agua para dar acetileno ($\text{Li} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Li(OH)}$).

Acetileno con catalizador de alumina-vanadio para obtener benceno base de la datación $3\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$.

Las ventajas del método se exponen en las primeras páginas dedicadas a la explicación del sistema de centelleo líquido.

Inconvenientes del sistema de centelleo líquido con síntesis a benceno:

Peso elevado de muestra, lo que implica en el caso de calizas estalagmíticas obtener dataciones tan sólo aproximadas.

Problemas de abastecimiento de litio, que al ser considerado metal estratégico su venta está sometida a restricciones.

Valor elevado del litio puro, lo que encarece la datación.

Precisión de un proceso largo y costoso de síntesis.

Rendimiento bajo de la síntesis: se obtienen entre dos y tres ml. de benceno por 35-50 gr. de muestra.

El aparato empleado en la datación es un Pickers. Al igual que el sintetizador.

Se prepararon patrones de oxálico sintetizado con carbono moderno y fondos de benceno inactivo para cada datación.

Las características de las dataciones figuran en las tablas siguientes:

Estalagmitas				
	I Piso	II Piso	III Piso	
Capa Externa	11.946±510	3.828±230	4.161±350	
Capa Media	11 -	17.776±530	15.429±600	
Capa Interna	-	20.478±720	-	

Colada Estalagmítica

Zona de recogida de muestras Hundimiento del Primer Piso

Colada estalagmítica superior (suelo actual) 4.290±475 a:

Colada 2 media parte superior 9.523±760

Colada 2 media parte inferior 11.472±1.130

1.7.1.1.6. Interpretaciones paleoclimatológicas de la sedimentología de calizas.

En las líneas precedentes, hemos hecho un amplio recorrido por las técnicas de investigación de las calizas depositadas en zonas kársticas.

De los estudios realizados, puede deducirse que muestran una gran sensibilidad hacia una gran variedad de factores, entre los que cabe citar: presión parcial del anhídrido carbónico, temperatura ambiente, grado de humedad ambiental, aireación, elementos traza u oligoelementos, terrígenos, etc.

Todos estos factores, a su vez, están influenciados por la climatología exterior, cuando no de una forma directa como es el aporte de cationes extraños, el aporte de terrígenos o la concentración de carbonato, sí de una manera indirecta porque la inercia climatológica de una cavidad está condicionada por los factores climatológicos externos. Cabe, pues, deducir que un acertado estudio de las calizas estalagmíticas permite llegar a conclusiones importantes sobre paleoclimatología. Fig. GQ-10 (N.O.-93 bis).

Expongamos, pues, algunas de las conclusiones a que puede llegarse con los datos apuntados en apartados anteriores.

El hecho llamativo de que las estalagmitas del Segundo y Tercer Piso tengan casi como componente mayoritario el aragonito, resulta difícil de explicar toda vez que las formaciones resultan ser coetáneas, y la roca madre posee siempre un contenido en magnesio lo suficiente elevado para garantizar el aporte de iones magnesio suficiente para hacer viable la germinación de aragonito.

De forma parecida, podemos hablar al referirnos a los terrígenos en general que si cabe, son mas abundantes en las estalagmitas del Primer Piso que en las del Segundo.

Solo cabe explicar este fenómeno por un hecho que ya hemos citado en el apartado de Estratigrafía. Sobre el Primer Piso del Reguerillo, la montera de margas y calizas senonenses ha desaparecido en forma tal, que prácticamente queda una película de roca recubriendo las galerías. Esto provoca la pérdida de inercia térmica y una temperatura menor en esta zona de la cavidad. Por otra parte, una caída térmica produce una cierta corriente dentro de la cavidad con la consiguiente entrada de aire del exterior, con lo cual tendremos presiones parciales de anhídrido carbónico relativamente bajas. Luego el aragonito no ha dispuesto de las condiciones necesarias para su formación aunque la presencia de iones extraños favoreciese este fenómeno.

La diferencia en el comportamiento del titanio, aunque siempre marcando máximas concentraciones en las discontinuidades, en las estalagmitas del Primer y Segundo Piso, - cabe atribuirle a la pequeña solubilidad de este catión. - En el Primer Piso el camino que tienen que recorrer las aguas cargadas de carbonato e hidrolizados es muy pequeño. Pero en el Segundo y Tercer Piso, el camino a recorrer por las aguas que a través del diaclasado hacen crecer las estalagmitas, es mucho mayor, con lo cual el titanio se irá perdiendo, máximo cuando en ellas siempre hay arcillas de gran poder adsorbente. Por lo tanto, como indicador ideal hay que pensar en el hierro (ferrico) ya que está en una posición intermedia entre el titanio, muy poco soluble, y el cobre, que es tan soluble que pasa a constituir un fondo geoquímico siendo además muy adsorbible en la naturaleza prácticamente constante. Vamos ahora a interpretar las discontinuidades. Evidentemente, las discontinuidades secundarias no son sino pequeñas interrupciones en los aportes de carbonato lo cual impide una ligazón entre los cristales de antes y después de esta discontinuidad, y que podrán relacionarse con períodos de menor o nula pluviosidad. Algo muy diferente ocurre con las discontinuidades principales. En ellas se interrumpe durante un lapso prolongado de tiempo el crecimiento normal de la estalagmita la cual, lo hacía según una tipología claramente definida por la presión parcial de anhídrido carbónico o dentro de la cavidad, por el caudal de alimentación y por la disposición geométrica del medio. Esta interrupción debe ser prolongada, toda vez que se aprecia una meteorización considerable en la parte externa de la estalagmita, pues hay una acumulación de carbonato de calcio en forma pulverulenta, y no hay ligazón mecánica entre una zona y otra, mas que la que supone haber tenido una misma zona de aporte, y por tanto, son concéntricas. Pero que en ocasiones con las simples manos y sin esfuerzo alguno separan unas partes de otras.

Casi siempre los estilos de crecimiento cambian radicalmente de una zona a otra e inclusive los ejes de crecimiento aparecen desviados Fig. RP-16 (NO-74), como si el punto de aporte se hubiese corrido en la diaclasa.

Hemos citado ya que en las estalagmitas del Primer Piso, - la zona interna es siempre una pequeña estalagmita climáti

ca de crecimiento regular, bandas muy pequeñas y paralelas a la que sigue una estalagmita pagodita de dimensiones mayores, para terminar su formación con las bandas de crecimiento intensamente desordenadas de las estalagmitas llamadas mixtas. Como la cueva por su inercia térmica, reacciona mas lentamente que el exterior, cabe pensar que son los aportes debidos a las precipitaciones en el exterior los que han cambiado, y se puede constatar que estos aportes, basándonos en el peso de carbonato depositado, han sido progresivamente crecientes. Esto está de acuerdo con una evolución del clima regional hacia una temperatura media mayor y unas precipitaciones mas abundantes.

Los datos anteriores, concuerdan perfectamente con el hecho de que en Francia y Centroeuropa, no existan estalagmitas prácticamente de mas de veinte mil años de antigüedad, es decir, del Wurm final. En la actualidad en Austria (Comunicación oral de H. FRANKE, vocal de Espeleocronología - en la Unión Internacional de Espeleología), las formaciones estalagmíticas son muy raras en las zonas frías. Esto se debe a que al haber climas muy fríos, en invierno no hay infiltraciones y en el deshielo las aguas son tan frías que no se saturan nunca y no suelen, por lo tanto, dar depósitos carbonatados, mas que en localidades con un microclima adecuado.

Por lo tanto, hay que asimilar estas discontinuidades a períodos fríos después del Wurm.

Según las dataciones del C-14 podemos asimilar el núcleo interno al Wurm final, la capa media al post Wurm y la externa al Holoceno, sin mayores precisiones.

Esto viene confirmado por el comportamiento de los oligoelementos. Vemos que un poco antes o un poco después de la discontinuidad, crece su concentración exageradamente. En un período cálido o relativamente cálido, se suele desarrollar un suelo vegetal mas o menos potente a expensas de la caliza o de algún sedimento terciario que quedase sobre la caliza. Los humus orgánicos movilizan una serie de compuestos metálicos, quedando como hidrolizados retenidos en el suelo, se liberan en el momento que el suelo vegetal se destruye, lo cual sucede cuando las plantas desaparecen a causa del frío. Como el período frío, y la consiguiente falta de aportes no llega bruscamente, siempre hay pequeños aportes, que en esta ocasión llegarán cargados de carbonatos pero también de hidrolizados y arcillas del suelo desmantelado.

Posiblemente las arcillas en el caso de la Cueva del Reguerrillo procedan de un Terciario colocado encima de las calizas (ALONSO comunicación verbal) dada la diferencia entre las arcillas del residuo insoluble de las estalagmitas del Primer y Segundo Piso, para él las del último tenían o incluían aportes desde terrenos del Terciario. Esto es explicable puesto que ya sabemos que al estar el sedimento cretácico adelgazado encima del I Piso, ya que se trata de un fenómeno Cuaternario, por lo tanto, ha eliminado los sedimentos terciarios situados sobre las calizas, mientras que los sedimentos terciarios sobre el resto de la parte alta del cerro han sobrevivido lo bastante como para que sus arcillas llegasen hasta las formaciones estalagmíticas de la

Tras la interrupción de los aportes hay un cese en el crecimiento y una meteorización superficial, con la reactivación de los aportes se reanuda en crecimiento, como la evolución climatológica, en los períodos ya citados la tónica es una evolución hacia temperatura y precipitaciones mayores, las formas de las estalagmitas obedecerán, pues, fielmente a estos condicionantes.

Podemos, pues, a través de las conclusiones apuntadas sobre la sedimentología de las formaciones calizas de la cavidad, ver que éstas pueden servir fielmente como indicadores paleoclimatológicos, ya que reaccionan ante estímulos de orden paleoclimatológico de acuerdo con la hipótesis de la biostasia y rhesistasia de Erhard.

Puede, no obstante, ocurrir que el caso del Reguerillo - sea un caso excepcionalmente favorable, por su proximidad a zonas relativamente frías donde los fenómenos interpluviales se manifiestan con marcada intensidad, por provenir las aguas que alimentan sus formaciones estalagmíticas de terrenos derivados de la alteración de sedimentos de edad paleozoica en los que la concentración inicial de cationes metálicos sea mas elevada y por poseer, al menos parcialmente, una montera muy reducida de roca, lo que favorece una transmisión mas rápida hacia el interior de la cavidad de las alteraciones paleoclimatológicas externas. No podemos pronunciarnos al respecto, aunque estamos encontrando resultados alentadores en estudios realizados en sedimentos de carbonatos de otras cavidades. Pensamos que es una vía interesante en la que debe de seguir incidiéndose y en la que pensamos continuar.

1.7.1.1.7. Técnicas recientes de investigación no aplicada en este proyecto.

Existen algunas técnicas de estudios altamente sofisticadas aplicables a las calizas estalagmíticas pero, que, - desgraciadamente, todavía no se encuentran en funcionamiento en España y las posibilidades de instalación inmediata son remotas. Pero como ofrecen un gran interés sobre todo por las conclusiones que permiten obtener, vamos a citarlos concisamente. Cálculo de antigüedades por balance Uranio/Torio. Es un método bastante similar al del Carbono 14 en cuanto a su base filosófica. Si bien en este caso el aporte de radioisótopo se hace no por el aire, sino por las aguas continentales. Es un método un poco dudoso, ya que, aunque en las aguas marinas donde se ha empleado con magníficos resultados con un alcance mínimo de 50.000 años y máximo de un millón parece que la concentración de estos cationes se ha mantenido constante, parece que en las aguas continentales el plantearse su concentración constante es algo mas problemático.

Este método se basa en una extracción de los cationes mediante ácido de las calizas estalagmíticas y su separación del ácido entre sí mediante columnas de resinas.

Presenta un problema similar al de dataciones de C-14 por centelleo que es el precisar muestras muy voluminosas - 50-100 gr., por ello el material mejor datable son las coladas estalagmíticas donde pueden recogerse muestras voluminosas de capas de edad precisa.

En la Junta de Energía Nuclear desde su fundación se ha venido trabajando en la separación de elementos fisibles en disoluciones mediante columnas de resinas de forma que existe capacitación inmejorable para hacer este estudio, puesto que también hay los espectrógrafos adecuados. Por desgracia hay una sobrecarga de trabajo tal que no hay personal que pudiese dedicarse a esta técnica. Consultados al respecto, manifestaron la posibilidad de dar facilidades para que yo personalmente pudiera realizarlo, no se pudo hacer por falta de tiempo.

Otro de los métodos de interés para medir antigüedades es estudiar el grado de racemización de aminoácidos. En las calizas estalagmíticas al igual que en todas las formaciones sedimentarias, hay trazas de aminoácidos orgánicos, procedentes de seres vivos del medio ambiente. Los aminoácidos orgánicos son todos ellos dextrógiros, pero está comprobado que, con el transcurso del tiempo, pasan progresivamente a racémicos. Midiendo el grado de racemización, es posible calcular antigüedades.

Finalmente, citaremos el método de paleotemperaturas por balance entre oxígeno 16 y oxígeno 18. Este método está basado en el comportamiento diferencial de las moléculas de agua, en su evaporación en épocas frías y cálidas debido al mayor peso de la molécula de agua con oxígeno 18 en relación a la molécula con oxígeno normal, no tenemos noticias de que puede determinarse en España.

1.7.1.2. Rellenos Químicos no carbonatados.

Aparte de los rellenos de carbonatos ya estudiados en páginas precedentes, hay otros rellenos de aporte químico, son raros y se presentan sólo en zonas muy restringidas de la cavidad que aparecen claramente marcadas en el mapa general de la cavidad.

1.7.1.2.1. Yesos

Los yesos son el tipo de relleno químico no carbonatado que aparece con mas frecuencia, pudiendo presentarse en tres formas diferentes:

Costras. Fig. RP-12 (N.O.-104). Eflorescencias de micro y macrocristales. Fig. RP-19 (N.O.-105). Cristales aislados Fig. RP-20 (N.O.-106).

Dos son los posibles orígenes que se le atribuyen a estos depósitos, uno de ellos es la migración iónica en rellenos que colmatan conductos, migración que termina en la propia pared del conducto donde se depositan los sulfatos.

No podemos, en modo alguno, asimilar a esta génesis los depósitos de yeso de la Cueva del Reguerillo, fundamentalmente porque en las zonas donde aparecen depósitos de yeso, faltan depósitos colmatando los conductos, claro está que podría pensarse en un posterior lavado de los sedimentos pero esto parece poco probable porque la eliminación de sedimentos arcillosos siempre muy compactados, habría conducido a la eliminación simultánea de las formaciones de yeso.

Como, por otro lado, se produce la coincidencia de que la

de los depósitos de yeso están siempre en las zonas que pueden considerarse como mas cercanas a las pizarras paleozoicas. Al hablar de cercanía nos referimos en dirección paralela a los estratos, hay que pensar que soluciones sulfatizantes procedentes de la meteorización de las piritas que existen en las pizarras paleozoicas han podido alcanzar de alguna forma la cavidad, posiblemente por discontinuidades interestratales.

CANATA en sus estudios sobre yacimientos de hierro sedimentario, demostró la inesperada situación de la actividad del ácido sulfúrico en contacto con calizas, debido a que se produce la creación de una película de sulfato cálcico que impide la progresión de la alteración de la roca, por tanto, las aguas levemente sulfatizantes procedentes de las pizarras ordovicienses, han conservado su poder oxidante en su recorrido hasta la cercanía de la zona karstificada con conductos penetrables, donde hoy se pueden observar estas acumulaciones que no son sino el resultado de la removilización, emigración y recristalización en las superficies libres de los conductos que las cantidades mas o menos importantes de sulfato cálcico que se han ido formando en las superficies interestratales o en los poros de la caliza a causa del paso de aguas levemente acidificadas procedentes de zonas paleozoicas.

1.7.1.2.2. Hidrolizados

En la Cueva del Reguerillo, los depósitos procedentes de la concentración en superficies activas de hidrolizados de cationes metálicos son poco frecuentes. No los encontramos por tanto, ni en zonas cercanas a la entrada donde es frecuente, en otras cavidades, observar costras de hidróxidos originadas por la emigración vertical de los cationes del sustrato, desarrolladas a favor de condiciones paleoclimatológicas perfectamente determinadas y conocidas que pueden definirse como un aporte lateral de humedad y una evaporación relativamente intensa.

Este no es nuestro caso, donde solo encontramos:

Costras brillantes de goetita, siempre con extensiones inferiores al m^2 su formación es imprecisable en el tiempo, aunque no tiene lugar hoy en día, ya que las aguas que continuamente exudan las paredes de la cavidad las corroen con cierta rapidez.

Manchas de hidróxido de hierro en forma de manchones colorados, Casi siempre en bóvedas y como resultan inaccesibles, sólo pueden realizarse observaciones de visu.

Manchas negras de bióxido de manganeso.

Son extraordinariamente frecuentes. Puede decirse que en toda la cavidad, a excepción del Primer Piso, aparecen estas manchas. Se localizan en las paredes y siempre en zonas cóncavas donde hay o ha habido tapones de arcilla de descalcificación, cuya presencia parece ser el condicionante fundamental para su formación.

Se trata de manchas peliculares de textura amorfa y su origen debe de radicar en una emigración de compuestos hidrolizados de manganeso hasta su concentración en las zonas -

de contacto arcilla-roca.

En el apartado dedicado al estudio de elementos traza, ya hemos indicado la presencia de hidrolizados de hierro titanio y cobre en la caliza estalagmítica.

1.7.2. Rellenos mecánicos

Denominamos rellenos de porte mecánico a aquéllos que no tienen una causa química sino que su origen puede ser una simple acumulación gravitacional, quizás coadyudada de un breve transporte por el agua, o bien estos aportes de detritos proceden de un depósito por un medio fluvial subterráneo mas o menos activo.

Hemos realizado las siguientes separaciones entre materiales.

1.7.2.1. Arcillas

Las arcillas de una cavidad pueden tener orígenes muy diversos pero de forma genérica pueden considerarse englobables en cualquiera de los tipos siguientes:

Arcillas de suelos de alteración.

Arcillas de descalcificación.

Arcillas de pérdidas de carga.

Arcillas de suelos de alteración, es decir, arcillas que provienen de un fenómeno pedogenético mas o menos completo, son prácticamente inexistentes, ya que la única posible alteración climática se ha podido producir tan sólo en la sala de entrada, pero en ella la comunicación con el exterior resulta ser extraordinariamente restringida. Por otra parte, la acumulación de detritus es tal, que en mascara cualquier suelo, los detritus son orgánicos.

Por el contrario, las arcillas de descalcificación son extraordinariamente abundantes. Recubren, prácticamente, el noventa por cien del suelo de la cavidad, donde ocasionalmente fenómenos de solifluxión con verdaderas coladas de barro aunque a escala reducida.

Como norma general, estas arcillas llevan numeroso cuarzo lo cual es lógico, pues la roca de la que derivan, normalmente es muy rica en cuarzo y, por lo tanto, éste pasa a formar parte de ella.

Las arcillas depositadas por pérdida de carga no son extraordinariamente frecuentes. Tan sólo las hemos localizado en la zona del Hundimiento donde forman un potente paquete de un metro de espesor. En las tres granulometrías efectuadas, no se han encontrado tamaños superior al de limo y en todas ellas se observa mas de un 95% de materiales mas finos de 0,04 mm.

En un intento de averiguar su composición mineralógica, realizamos una serie de análisis por difracción con RX en el laboratorio de Mineralogía de la E.T.S. de Ingenieros de Minas y cuyos diagramas se adjuntan en la parte gráfica.

Las muestras fueron estudiadas sin descalcificación pre-

via, y arrojaron los siguientes resultados:

Fig. RX - 1 (N.O. - 107)
Fig. RX - 2 (N.O. - 108)
Fig. RX - 3 (N.O. - 109)
Fig. RX - 4 (N.O. - 110)
Fig. RX - 5 (N.O. - 111)
Fig. RX - 6 (N.O. - 112)
Fig. RX - 7 (N.O. - 113)
Fig. RX - 8 (N.O. - 114)
Fig. RX - 9 (N.O. - 115)
Fig. RX - 10 (N.O. - 116)
Fig. RX - 11 (N.O. - 117)
Fig. RX - 12 (N.O. - 118)
Fig. RX - 13 (N.O. - 119)

Composición básica de: Calcita, dolomía, cuarzo y mica, - mostrando todas ellas un contenido en arcilla bastante - constante entre un 20 y 25%.

No se puede detallar el tipo de arcilla que él trataba de bido a la antigüedad de la instalación que da un fondo - muy elevado y poca discriminación sobre todo para las arcillas. Pues sólo se identificó y con escasa fiabilidad - emstatita.

Una serie de análisis de unas muestras que recogimos juntos el Dr. CORCHON y yo para incluirlas él en su Tesis y yo en este Proyecto, analizadas en el laboratorio de Cristalografía del Departamento de Cristalografía de la Fac. de Ciencias de Madrid, por el Dr. D. MARTIN POZAS, arrojó los resultados de las figuras:

Fig. RX - 14 (N.O. - 120). Corte dentro del Hundimiento: Cloritas, minerales caolínicos.

Fig. RX - 15 (N.O. - 121). Corte dentro del Hundimiento: Cloritas, minerales caolínicos.

Fig. RX - 16 (N.O. - 122). Final galería del Primer Piso: Clorita bien cristalizada.

Micas (sericita y moscovita), minerales caolínicos.

Evidentemente, todos estos minerales son heredados de los sedimentos miocenos y de las arcillas. Llama poderosamente la atención la falta de halloysita, arcilla del grupo de la caolinita, la cual es muy frecuente en zonas kársticas donde condiciones químicas adecuadas (acción de soluciones ácidas y lixiviación continua) son frecuentes.

En la zona del Reguerillo las condiciones apuntadas en el párrafo anterior están presentes, ya que las pizarras silurianas, aseguran un agua con un pH ácido y en las zonas kársticas una lixiviación por las aguas absorbidas, es - también frecuente. Podemos, pues, afirmar, que las arcillas encontradas, tienen su origen o en las arcillas de - descalcificación de las calizas mesozoicas, cuyo residuo insoluble será la fracción arcillosa, o bien en los sedimentos alóctenos mio-pliocenos, en los que abundarán las arcillas de neoformación a consecuencia de los intensos - fenómenos de alteración producidos durante su depósito.

En el Primer Piso, se observa la presencia en las bóvedas de "piel de leopardo", se denominan así a unas agrupaciones de arcillas que dan manchas similares a las de la piel de un felino, y que están relacionadas con fenómenos de desecación a ionización, permite averiguar, que pese a su humedad elevada actual, ha habido en la cueva períodos de sequedad pronunciada.

Las arcillas de pérdida de carga, ocasionalmente pueden presentar estructuras varvadas. Nosotros sólo hemos constatado la presencia de esas estructuras en la Galería - G.E.I.S., donde encontramos la arcilla finamente estratificada presentando alternancias de capas rojizas con capas blancas mucho mas ricas en carbonatos. Indudablemente se ha de relacionar este depósito de arcillas con la inundación de esta galería, con la actuación reguladora de las Galerías Nuevas, en un período relativamente moderno y que dió lugar a los recrecimientos de carbonatos, a los que hemos aludido al hablar de depósitos por lámina o man to de agua.

1.7.2.2. Fracción arena.

Las arenas, igualmente recogidas en unión del Dr. CORCHON y estudiadas por él mismo y que figuran en su Tesis, dan los siguientes resultados:

Estudio por compactación y lámina delgada.

Las muestras F-4, F-9, F-12 y F-14 pertenecen al final del Primer Piso.

La muestra H-3 pertenece al Hundimiento y la M-3 está situada encima del Hundimiento.

Descripción petrográfica de las muestras.

Se observa sedimentación gradual, con elementos gruesos en la base, micas hacia la mitad y elementos finos en la parte superior.

Casi todos los cuarzos tienen extinción ondulante.

F-4: Muy semejante a la fracción fina de la muestra anterior. Samita calcárea de grano medio a fino, con cuarzo (mas subanguloso que en la muestra F-1), feldespato potásico y biotita no oxidada mas abundante que la moscovita (mineral accesorio).

Como minerales accesorios aparecen, aparte de la moscovita, granate, estaurolita y turmalina en una proporción del 1% respecto al total.

Se encuentran fragmentos de rocas pizarrosas, micropegmatita y cuarcita.

F-9: Samita calcárea de grano grueso, casi un microconglomerado, con elevada proporción de granos redondeados y cemento calcáreo. Abundancia de clastos redondeados de rocas tipo cuarcita y pizarra. Se encuentran el cuarzo y feldespato potásico en una proporción de 70/30, respectivamente.

Extraordinaria abundancia de minerales pesados; en orden a su abundancia aparecen los siguientes: zircón, granate,

estauroлита, илменита (los cuatro citados son más abundantes), рутило, турмалина и дистена. Suman del 5 al 10% del total de minerales de la muestra.

F-12: Samita calcárea de grano medio, muy parecida a la muestra anterior. Los granos de cuarzo varían desde angulosos hasta completamente redondeados. Fragmentos de rocas cuarcíticas, micacitas y pizarras. También aparecen micas.

La proporción de minerales pesados es aun mayor que en la muestra anterior, llegando hasta el 20% del total. En orden de abundancia aparecen: илменита, зиркон, гранате, estauroлита, глауconита (probablemente arrastrado de la facies "Utrillas" del Cretácico) y epidota.

F-14: Caliza mesocrystalina algo margosa, sin elementos detríticos, con paso gradual a caliza arenosa de grano fino.

Aparecen: cuarzo, фелдспато y micas. Como minerales pesados se encuentran илменита, зиркон, турмалина y рутило, en una proporción del 1% respecto al total.

H-3: Samita calcárea de grano fino, muy homogénea, y subredondeada.

El cuarzo es abundante, y algo menos el фелдспато потасийный. Existen las dos micas, estando la биотита algo alterada en óxidos de hierro.

Los minerales pesados ocupan el 1% del total de la muestra y son los siguientes: илменита, турмалина, глауconита (probablemente procedente del Cretácico) y зиркон.

M-3: Samita алеуритическая (tamaño fino) con microlaminaciones. Abundan el cuarzo y los elementos detríticos finos, sobre todo las micas.

Aparecen minerales arcillosos (sericita) por alteración de фелдспатов. La биотита está alterada en óxidos de hierro.

Los minerales pesados son escasos, encontrándose sólo турмалина y зиркон.

1.7.2.2.1. Conclusiones

1.- Se trata de sedimentos muy poco o nada evolucionados, con excepción de las muestras F-9 y F-12. Han sufrido muy poco transporte desde el área madre hasta su deposición en el interior del karst.

2.- En la época de su deposición, el ambiente debía de ser húmedo, como parece indicarlo la oxidación de las micas y alteración sericitica de los фелдспатов.

3.- La muestra M-3 parece provenir de pizarras, por su mayor contenido en arcillas y menor abundancia de minerales pesados. El resto de las muestras de rellenos kársticos proceden de rocas gneissicas de alto o medio metamorfismo.

4.- La enorme acumulación de minerales pesados en algunas muestras y la presencia de granos redondeados no podría explicarse pensando en un corto transporte, por lo que hay que pensar en una evolución "in situ" por abrasión continuada de las aguas subterráneas en recipientes o conductos cerrados de tipo kárstico, con acumulación de minerales pesados en el fondo de las cavidades. El transporte sería turbulento y rápido y los granos se redondearían por choques de unos contra otros.

Se realizaron estudio granulométricos que se distribuyen según la Tesis del Dr. CORCHON:

Fig. (GR-1 N.O. -123). Perfil 1 - Muestra M-4.

Fig. (GR-2 N.O. -124). Perfil 2 - Muestra M-2.

Fig. (GR-3 N.O. -125). Perfil 5 - F-3, F-5 c, F-5 o, F-6 B, F-6, F-13, F-2, F-5 H, F-5 f, F-15, F-21.

Fig. (GR-4 N.O. -126). Perfil 6 - F-11, F-5 y, F-18, F-20, F-16, F-8, F-5 a, F-5 c.

Fig. (G-4 N.O.-6). Perfil de la Hoja Geológica de Marchamalo.

La interpretación de estas curvas de relleno kárstico es la siguiente:

Perfil 5: Excepto la muestra F-2, que probablemente sea cólica por la forma parabólica de la curva, todas las demás muestras de rellenos kársticos son típicas arenas fluviales muy semejantes a las muestras de terrazas cuaternarias exteriores del perfil-4.

La evolución sedimentológica es normal, sin mezcla de sedimentos. Presentan un típico tamaño de grano de las rocas graníticas y gneísicas de la Sierra (entre 0,50 y 0,20 mm). La selección es mediana a mala.

A su vez, las curvas de este perfil son muy semejantes a la curva del perfil 1, respondiendo ambos a un régimen fluvial muy regularizado. No hay indicios de mezcla de sedimentos en el karst, estando éste muy evolucionado sedimentológicamente en el momento de la deposición de estos materiales. La deposición fluvial en su interior fue tranquila, no torrencial.

Perfil 6: Muestras recogidas en el mismo lugar que las muestras de rellenos kársticos del perfil 5. La muestra F-11 es semejante a la muestra PT-4 del perfil 3; probablemente ambas proceden, por su elevado porcentaje de arcilla, del paleozoico pizarroso.

Las curvas granulométricas de este perfil se caracterizan por la aparición de varios máximos, lo que indica mezcla de aportes.

Muy mala clasificación debido a la abundancia de fragmentos de rocas pizarrosas (véase el cuadro nº 4).

Las muestras F-8, F-5 a y F-5 c probablemente representan mezclas de granitos o gneises con pizarras.

Es posible que en algunas muestras haya también mezcla con la facies "Utrillas" del Cretácico.

A partir de los resultados de las granulometrías efectuadas y del estudio de los minerales pesados, pueden deducirse los hechos siguientes:

Existe una importante interacción entre sedimentos, lo cual queda indicado por las curvas bimodales de los perfiles de las Figs. G-3 (N.O. - 115) y Fig. G-4 (N.O. - 126)

Posiblemente se trata de sedimentos miocenos removidos - por la reactivación cuaternaria, lo cual también queda - confirmado por una mezcla de granos angulosos y redondeados, que pertenecen a sedimentos con historia diferente.

Las curvas que indican una buena clasificación son, evidentemente, el resultado de la acción clasificadora de - aguas autóctonas cuando ya el Lozoya ha dejado de circular por la cavidad.

Los análisis de minerales pesados indican que los sedimentos proceden de un área metamórfica, y se encuentran: turmalina, rutilo, distena, etc, en general minerales ubícuos que pueden proceder igualmente del mioceno.

Puede notarse una curiosa correspondencia entre las curvas granulométricas obtenidas de formaciones del Terciario detrítico Fig. G-4 (N.O. - 6) y de las muestras de la cavidad con indicios de mezcla de sedimentos que equivalen a las curvas procedentes de regímenes torrenciales - del mioceno, suavizados por el régimen fluvial cuaternario mas organizado.

En las zonas inferiores del III Piso, abundan mucho los sedimentos tamaño arena grosera y gravas muy finas, con una composición básicamente pizarrosa, al igual que las arenas que actualmente constituyen el lecho del río Lozoya, y que testimonian una esporádica ocupación de esta zona de la cavidad por el río, muy posiblemente cuando se generó, cuando su nivel de base actuaba controlando la circulación kárstica en esta zona. Es una terraza s.l.

1.7.2.3. Rellenos gravitacionales

Los rellenos gravitacionales no poseen una gran importancia en la mayoría de los casos se deben a desplomes de bóveda

En el Primer Piso ya hemos visto la presencia de cantos con origen gravitacional en el corte del Hundimiento.

En la Gran Sala hay grandes bloques procedentes de ajustes de bóveda.

Pero es en los bordes, cerca del exterior del Segundo y Tercer Piso, cuando estos depósitos alcanzan verdadera importancia, ya que la acción de socavamiento externo, unida a reajustes de los escarpes, ha fracturado notablemente el conjunto.

Encontramos grandes bloques que tras haberse desplomado, conservan parte de su ordenación primigenia Fig. RM-1 (N.O. - 127). O bien zonas de roca inicialmente tableada y donde la leve comprensión a que están sometidas al haber perdido parte de la roca que mantenía el equilibrio, por la parte cercana a la superficie libre ha fracturado la roca llenando las galerías de fragmentos agudos caídos de los costados. Fig. RM-2 (N.O. - 128) y Fig. RM-3 (N.O. - 129).

En otras ocasiones, a causa de haber existido una colmatación en los conductos, hoy eliminadas, las concentraciones de cantos las encontramos en diaclasas ensanchadas en los techos Fig. RM-4 (N.O. - 130).

Estos rellenos, carecen de interés; tan sólo nos indican - que ha habido en intersecciones de diaclasas o en zonas de socavamiento del karst, reajustes en las bóvedas, generalmente con poca circulación posterior, estando, en general, los fragmentos líticos poco redondeados.

1.7.2.4. Rellenos orgánicos

En la Cueva del Reguerillo encontramos tres tipos de depósitos de derivados de la actividad de organismos: Depósitos de guano.

Son frecuentes en la cavidad aunque rara vez alcanzan una potencia considerable. En el único sitio donde su presencia merece ser destacada es en la embocadura de la llamada Sala del Perro que Fuma, donde encontramos un depósito de guano de murciélago realmente potente.

Al igual que éste, todos los restantes depósitos de guano de la cavidad tienen su origen en las grandes colonias de quirópteros (*Miotys miotys*, *Rhinolophus ferrumequinum*) que habitan o mejor dicho, habitaban, la cavidad, ya que en la actualidad hemos notado su número muy disminuido.

Deben de tener una relativa antigüedad en la zona ya citada de la Sala del Perro que Fuma, puesto que encontramos - interestratificado con arcilla de descalcificación, lo que da unos sedimentos bastante parecidos por su alternancia - de colores claros y oscuros a las "Varves".

Depósitos de huesos

Aunque ya nos ocuparemos de su estudio en el apartado de - Paleontología, ocupan realmente un lugar importante dentro de los rellenos de esta cavidad, ya que en los sedimentos de la zona conocida como Galerías Nuevas, tanto en la Galería Principal como en las laterales, donde cerca de un - veinte por cien en volumen de los sedimentos detríticos está formado por acumulaciones de huesos los cuales, cuando descubrimos estas galerías hace siete años tapizaban el - suelo con una capa de unos veinte centímetros compuesta sólo por restos óseos casi siempre bien conservados. Hoy día la parte que no se ha recogido ha sido triturada por el paso continuo de visitantes.

1.7.2.4.1. Análisis de fosfatos en restos orgánicos.

Durante la excavación del año 1967, pudimos observar un hecho llamativo: No se encontraban todos los restos en el - mismo estado de conservación, por el contrario, aparecían diferencias muy marcadas en el estado de conservación, ya que existían huesos muy meteorizados junto a otros muy pesados y de gran dureza.

Con el fin de investigar si una de las causas posibles radicaba en la sustitución de iones fosfato por iones carbonato, realizamos una serie de determinaciones de fosfatos por complexometría.

Se independizaron cinco zonas de muestreo Fig. RO-1 (N.O. -131) en función del estado aparente de conservación de los huesos.

Cuatro de las zonas de muestreo estaban situadas en la zona excavada.

Se determinó una quinta zona al otro lado de la barra caliza, estalagmítica del fondo del gour.

Finalmente se tomó otra muestra de hueso sin fosilizar - exenta de materia orgánica.

Zona 1.

Huesos en buen estado de conservación, poco fosilizados - pero con una gran porosidad y fractura pulverulenta, se trata de las vértebras cervicales y parte de las dorsales de uno de los esqueletos conservados intactos.

Zona 2.

Huesos en buen estado de conservación y buena dureza, se fracturan en astillas.

Se trata de los restantes huesos del esqueleto de la zona (1) y del otro esqueleto de animal adulto conservado en orden anatómico.

Zona 3.

Es la zona con menor cantidad de huesos, solo podemos incluir en ella un cráneo de animal adulto totalmente destrozado, y dos metápodos fragmentados.

El estado de conservación de los huesos es malo, aunque - su estado de fragmentación no se debe a las condiciones de depósito. Son extraordinariamente duros y pesados estando recubiertos de una concreción caliza muy dura de color gris verdoso y en la que no se aprecia la estructura cristalina normal en los recubrimientos de los otros huesos.

Zona 4.

Los huesos de esta zona son restos de animal adulto y de crías, que se independizaron inicialmente por suponer que al no haber alcanzado total desarrollo, su mineralización podría ser inferior, hablando de contenido mineral antes de la fosilización, a los de un animal adulto.

Zona 5.

En la figura aparece en una posición mas cercana que la - que realmente ocupa.

Al igual que todos los restos estaban sumergidos en agua.

Se tomaron huesos de animal adulto, que mostraban, una vez limpios de concreciones un buen estado de conservación y una cierta textura arcillosa que supusimos sería efectos de la meteorización.

La muestra de control era metápodo de cabra actual de la que se privó de materia orgánica mediante un oxidante - enérgico

Los resultados de la complexometría, de los cuales damos sus valores medios a partir de dos determinaciones por zona de muestreo son:

Muestra 1.- 24,38%

Muestra 2.- 26,34%

Muestra 3.- 12,5%

Muestra 4.- 27,9%

Muestra 5.- 31,-%

Control 32,2%

Evidentemente, las diferencias observadas entre las muestras de las zonas 1, 2, 4 y 5 respecto a la muestra de control son poco llamativas, no alcanzan nunca un valor superior al 7% de diferencia. Evidentemente, al encontrarse los restos sumergidos por aguas saturadas de carbonato cálcico, se produce la sustitución de iones fosfatos por carbonato.

Notamos un valor prácticamente similar de contenido en fosfatos en las muestras de la zona cinco y la de control esto es lógico pues han estado menos tiempo sumergidas en aguas carbonatadas ya que entonces esta zona recibe el agua que rebosa de dos gours escalonados, uno en el fondo del pozo de acceso al yacimiento y otro al propio yacimiento. Por lo tanto, las posibilidades de recibir un aporte continuo que equilibre las infiltraciones son mucho menores.

Es altamente significativo que los restos de la zona 3 de muestreo, presentan un gran desequilibrio en su contenido en fosfatos respecto a la muestra de control y también respecto a los restos de las otras zonas.

Este hecho sólo es justificable en la suposición de que han estado mas tiempo sometidos a la acción de aguas carbonatadas incrustantes, lo cual no parece lógico si pensamos en una cronología igual para los restos ya que no están situados en la zona de máxima concavidad del gour, donde se puede imaginar una existencia perenne de agua, aún en épocas de estiaje.

Hay pues que pensar en una separación cronológica entre la deposición de ambos restos.

Consideraciones respecto al punto anterior se harán con mayor detalle en la zona dedicada a origen del yacimiento actual.

1.7.2.5. Depósitos de origen antrópico

Incluimos los depósitos de origen antrópico en los de origen orgánico, debido a su exigua importancia dentro de la extensa gama de rellenos de la Cueva del Reguerillo.

Así se encuentran depósitos de industria de edad auriñaciense (MAURA comunicación oral) en el Primer Piso.

Cerámica de la edad del bronce ha sido recogida por nosotros mismos en la sala de entrada al Primer Piso.

En la Galería Central del Primer Piso, se localizaron cerca de una veintena de enterramientos también de la edad del Bronce, aunque intensamente removidos por las importantes filtraciones del Canal Alto del Atazar, que, en su paso por la cavidad, tiene grandes fugas.

Unos espeleólogos hace años me mostraron seis maxilares inferiores humanos y muchos otros huesos también humanos junto con otros de suidos y cervidos procedentes de estos enterramientos.

De estos enterramientos también poseemos importantes cantidades de cerámica: un pequeño vaso: Fig. 4-1 (N.O. -1) se encontró en la Galería GEIS.

En las restantes cuevas del Cerro de la Oliva también han aparecido restos: En la Cueva de la Campana aparecieron varios molares humanos hace dos años y en las cuevecillas que hay por la zona, encontramos hace ocho años un maxilar de niño.

Todos los materiales citados, se han dispersado y perdido

1.7.3. Cortes sedimentológicos

En toda la Cueva del Reguerillo, sólo existe un punto del que pueda hablarse en el sentido de poder realizar un corte sedimentológico o estratigráfico.

Se trata del denominado Hundimiento (Ver Fig. G-1 (N.O.-16)) en el Primer Piso de la cavidad, fenómeno muy reciente que produjo hace unos cuatro años y que ha puesto al descubierto unos curiosos e interesantes depósitos que hasta aquel momento habían pasado totalmente inadvertidos

Inicialmente pudo observarse la presencia de dos paquetes de caliza estalagmítica, con medio metro de potencia aproximadamente cada uno, con los cuales alternaban arcillas rojas de descalcificación.

Pero tras haber pasado varios días ahondando el hundimiento natural, con unas condiciones pésimas de trabajo, ya que continuamente caía sobre los trabajadores una ducha de agua helada, pudimos poner al descubierto un estrato de arenas fluviales y unas coladas estalagmíticas que antes no eran visibles, aunque sin llegar a ver toda la formación, ya que resulta muy difícil continuar la labor de profundización debido a los grandes bloques presentes en el suelo.

La columna litológica de muro a techo puede establecerse así Fig. RP-18 (N.O.-132): Cantos calizos, arcilla y arena. Sin potencia determinable.

Tres coladas estalagmíticas separadas por finas bandas de arcilla, las cuales no son sino unas calizas brechoides donde, además, se ha producido una clasificación de los fragmentos de caliza, realmente se trata de una sedimentación de fragmentos calcáreos arrastrados de zonas superiores Fig. RP-19 (N.O.-133). Debido a las condiciones peculiares de sedimentación encontramos este depósito con un buzamiento sinsedimentario de unos 30°.

Encima encontramos unas arenas fluviales muy finas, en las cuales a simple vista puede apreciarse una gran abun-

Este depósito de detritos se encuentra en muchos sitios intensamente cementado, apareciendo entonces una arenisca - muy dura. Curiosamente en esta arena las calcificaciones - no son siempre bandas endurecidas, sino que un degoteo local en una serie de puntos, ha creado unas curiosas concrecciones esféricas o arrosariadas, que algunos autores denominan "sand stalagmites" estalagmitas de arena que se forman por degoteos de aguas incrustantes sobre arenas.

Esta formación, evidentemente fluvial y alóctona hacia su parte superior se hace algo mas arcillosa.

Encima encontramos un paquete potente de colada estalagmítica compuesto por tres coladas independientes entre sí y separadas por finas bandas de arcilla.

En posición inmediatamente superior, encontramos una banda poco potente y discontinua de cantos calizos sin rodar, - los tamaños de canto son muy variados, ya que, aunque hay tamaño grava pequeña, se trata de cantos de material cretácico, los mas frecuentes son de tamaños mayores llegando - incluso a bloques.

Encima encontramos un metro de arcillas rojas de descalcificación, purísimas, encima de las cuales se asienta una - potente colada estalagmítica, dividida en dos partes por - un depósito arcilloso poco potente y que constituye el suelo actual de casi todo el Primer Piso.

Encima se colocan las arcillas de descalcificación mas o - menos actuales sobre las que se han desarrollado pequeñas estalagmitas que tienen la peculiaridad de cementar en su base materia orgánica.

Como se trata de la única secuencia sedimentaria visible, en toda la cavidad, según apuntábamos en líneas anteriores vamos a desglosar cada uno de los depósitos citados para - intentar interpretar cuáles han sido las condiciones de depósito y qué conclusiones pueden obtenerse de ellas.

Si admitimos como válida la conclusión obtenida del apartado anterior de Geomorfología Kárstica, que durante el Cuaternario, el Reguerillo ha actuado rejuveneciendo sus conductos denominados Primero y Segundo Piso por la acción - del río Lezoja, el cual tras discurrir por terrenos paleozoicos se perdía total o parcialmente en estos largos conductos horizontales de dirección NW-SE, limpiándolos de - los posibles rellenos acumulados durante su funcionamiento neógeno y que los habían colmatado.

Existe en el corte sedimentológico efectuando una alternancia de regímenes marcadamente diferentes en función de su aloctonía o autoctonía de aportes.

En su parte visible, comienzan por verse sedimentos autóctonos, tal es el caso de la colada estalagmítica brechoide desgraciadamente imposible de datar por el Carbono 14, ya que engloba infinidad de fragmentos de caliza cretácica re sedimentados que van del tamaño grava al arena fina, no se trata de sedimento significado importante en cuanto a que no ha precisado grandes aportes de aguas incrustantes para su formación pero ya indica condiciones climatológicas externas favorables para este fenómeno, lo cual es muy llama

tivo dado que no se encuentran formaciones estalagmíticas de edad superior a veinte mil años y ésta, por su posición estratigráfica, es muchísimo más antigua. (¿Gunz-Mindel?).

Bruscamente hay un cambio radical en las condiciones de depósito en esta parte de la cavidad: Aparecen rellenos autóctonos: Una potente serie fluvial de arenas procedentes del Paleozoico. Llama la atención, al estudiar los minerales pesados de la fracción arena la gigantesca concentración que aparece en las muestras estudiadas, esto no es extraordinario, ya hemos visto, al interpretar geomorfológicamente esta zona, que, debido a la confluencia de dos clases, se han producido condiciones favorables para una mayor eliminación de caliza mesozoica, lo cual ha tendido a formar una estrecha cubeta en la cual se produce una pérdida de carga importante, de tal manera que hay una selección por gravedad de aquellas partículas más pesadas, que tienden a acumularse en esta zona.

Hemos de pensar que en este período ha habido importantes pulsaciones en la cantidad de agua que circulaba por esta parte de la cavidad, ya que, mezclados con los sedimentos arenosos había muchas estalactitas de crecimiento rápido, de las denominadas de "macarrón", que indican bien abandonos temporales del cauce hipogeo por las aguas del Lozoya o un funcionamiento de la misma en zona vadosa, lo que explica períodos con la bóveda libre de agua.

Ahora bien, hemos de considerar estos sedimentos como una terraza fluvial en sentido estricto, aunque con la peculiaridad de tratarse de una terraza hipogea, y relacionable al menos parcialmente con las terrazas exteriores, dado que el nivel de base regional controla la karstificación.

Dada la gran altura a que se encuentra el Primer Piso del Reguerillo, habría que relacionar este depósito con las terrazas más altas de la zona, lo cual indica que el rejuvenecimiento del Primero y Segundo Piso del Reguerillo tuvo lugar a comienzos del Cuaternario.

Por otro lado, se aprecia el hecho de que no se ha colmatado la cavidad en el Cuaternario, ni tan siquiera esta zona de pérdida de carga, es decir, que no ha habido grandes depósitos, tampoco se observan retoques en la morfología de los conductos.

Por lo tanto, hemos de suponer que este período de reactivación no ha sido ni muy largo ni muy enérgico. No ha sido largo porque no se ha llegado a colmatar la zona de pérdida de carga donde hemos realizado el corte ya descrito, ni muy enérgico, porque no ha soplado, los sedimentos neógenos que indudablemente colmataban la cavidad, todo lo más que ha hecho ha sido eliminarlos en parte y mezclarlos con aportes nuevos, lo cual se deduce de las curvas granulométricas obtenidas.

Tras lo anteriormente dicho, la cueva se desactiva totalmente, al menos en esta zona, ya que los sedimentos que posteriormente se depositan: Colada estalagmítica intermedia, datada con Carbono 14 da una edad post Würmiense. Esta formación inicial el período final de esta parte de la cavidad en el cual comienza a colmatarse con sedimentos -

Al llegar a la zona de pérdida de carga los sedimentos mezclados, había una selección gravimétrica a favor del mayor peso de las arenas cuaternarias, y los minerales pesados de los rellenos neógenos mientras que las arcillas neógenas - eran arrastradas, la presencia de arcilla mezclada con la arena en los niveles superiores de esta formación indica - una menor energía en el medio.

Esta primera colada estalagmítica, compuesta únicamente por sedimentos químicos, la cual tiene una cronología acorde con los sedimentos de este tipo encontrados en otros lugares, puesto que es claramente post wurmiense.

Podemos ver claramente en el corte del Hundimiento su origen en una lámina de agua saturada de carbonato que drenaba hacia la zona mas deprimida de esta parte del Primer Piso - desde el borde derecho del Hundimiento. La zona de origen - de este aporte no es otra sino la gran diaclasa transversal que, al cruzarse con el eje del pliegue, ha sido la causa - de la aparición de esta zona.

El depósito de esta colada no es óbice para que en zonas superiores se depositasen coladas coetáneas a niveles mas altos, ya que no se había alcanzado un nivel de equilibrio en la colmatación de las discontinuidades del suelo de la cavidad.

Con posterioridad a la colada estalagmítica, típica de un período de temperaturas externas relativamente cálidas, hay un intenso fenómeno de depósito de arcillas, de descalcificación por pérdida de carga. Evidentemente, este nombre no tiene una corrección etimológica, ya que, en ocasiones, las arcillas de descalcificación no son por su composición granulométrica arcillas, pues llevan una gran predominancia de tamaños arena, esto suele ocurrir en esta cueva, donde la roca madre de estas arcillas es una caliza muy arenosa, en términos generales, y la arena que contiene pasa íntegramente al producto denominado genéricamente "arcillas de descalcificación".

No obstante, en el depósitos que consideramos, sí se trata de arcillas de descalcificación en s.o. ya que mas del noventa por ciento de las partículas tienen un tamaño inferior a 0,04 mm.

La causa de esta selección evidente, radica posiblemente en que en este período las aguas que ha transportado la arcilla eran poco energéticas con un gradiente de energía capaz - sólo de transportar los elementos mas finos en suspensión, y, que en un régimen muy tranquilo, se han ido depositando lentamente y sin una discontinuidad visible.

Si buscamos una interpretación paleoclimatológica de este período, hay que pensar en un período frío con aguas de gran capacidad de disolución y que opuestamente al período anterior no han sido capaces de saturarse de carbonatos en el corto recorrido desde la diaclasa al depósito actual.

Hemos omitido voluntariamente el nivel de cantos agudos - presente, aunque con discontinuidades entre la colada intermedia y las arcillas ya descritas que los empastan.

No podemos pensar en un transporte fluvial, en primer lugar porque no hay sedimentos acompañantes que justifiquen el medio de alta energía preciso para moverlos, por el contrario están englobados en arcillas, depósito típico de regímenes de baja energía.

Por otro lado, no presentan ningún redondeamiento que haga pensar en un transporte fluvial, creemos que se trata de un fenómeno gravitacional íntimamente relacionado con cambios climatológicos externos.

Se trata de fragmentos de rocas de las calizas duras del Senoniense superior caídas de la parte alta de la diaclasa y desprendidas por la acción de aguas corrosivas, ahora mas agresivas por ser mas frías, o por gelifracción.

Finalmente se produce un cambio climatológico, que permite la circulación de aguas con temperatura media mas superior que las precedentes y, por lo tanto, mas fáciles de saturar con carbonato.

Lo cual ya se anunciaba en las arcillas inferiores, las cuales en los diagramas de Rayos X muestran contenidos crecientes de carbonato cálcico de muro a techo, lo que indica aguas progresivamente mas cálidas y, por tanto, cada vez menos capaces de eliminar carbonato cálcico al alterar la caliza cretácica. En contraposición, los contenidos en dolomita son decrecientes. Lo cual es lógico ya que calcita y dolomita tienen referente a su solubilidad con la temperatura, comportamientos opuestos, mientras que la calcita crece su solubilidad al decrecer la temperatura, en la dolomita ocurre exactamente lo contrario.

Hemos de hacer notar la coincidencia de que en ninguno de los depósitos químicos masivos observados, se advierte una uniformidad total en el depósito, ya que siempre aparecen una o varias interrupciones en el aporte de carbonatos, pasando a depositarse cantidades pequeñas de arcilla transportadas por aguas no saturadas de carbonato.

Esto posiblemente se debe a las oscilaciones térmicas que siempre se producen en un período térmico con un determinado carácter, que son suficientes para alterar el carácter de las aguas como medio de depósito.

Posteriormente se depositó una pequeña capa de arcilla de una potencia pequeña, tan sólo diez centímetros y tras la cual se formaron depósitos químicos en forma de calizas estalagmíticas de edad holocena.

Previamente al depósito de las estalagmitas anteriores, se depositaron materiales orgánicos, casi seguro guano de murciélago, que queda englobado en la base de las estalagmitas.

1.7.4. La datación absoluta por centelleo líquido

El uso cada vez mayor del centelleo líquido es el resultado del adelanto logrado en un método que consiste en poner en contacto íntimo los átomos radiactivos con el detector. Este método ha sido durante largo tiempo la meta de los que trabajan con emisiones beta. Existen diversos factores negativos, la absorción de la radiación (auto-ab

sorción), la geometría del detector, la dispersión, la absorción por el aire y por las ventanas del contador.

En el conteo por centelleo líquido, los átomos radiactivos están en íntimo contacto con una solución de moléculas de centelleador, que emiten pulsaciones luminosas - cuando absorben la energía de las partículas beta. En un medio transparente la luz tiene una trayectoria relativamente larga, por lo que puede atravesar la solución de muestra y ser captada por un elemento sensitivo (el tubo fotomultiplicador).

Requisitos para una preparación de muestras.

Hay tres requisitos básicos para la preparación de muestras:

a) La muestra deberá estar en íntimo contacto con el centelleador.

b) El centelleador debe emitir una pulsación de luz potente.

c) La mezcla de conteo debe ser razonablemente transparente a las pulsaciones de luz.

Algunas formas de lograr y mejorar estos requisitos se explicarán mas adelante. La técnica no se detalla, pero podrán servir de indicación de los métodos que se siguen.

Solución simple

El mejor contacto entre la muestra y las moléculas de centelleante se logra cuando ambos están disueltos en el mismo disolvente. Como los químicos saben cómo disolver prácticamente todas las sustancias, éste parece ser el mejor método. Desgraciadamente sólo unas pocas sustancias pueden actuar como centelleadores y sólo unos pocos disolventes son capaces de transferirles la energía cedida por las partículas beta. Además si hay otras sustancias presentes en la solución pueden impedir esta transferencia de energía, o absorber la luz emitida. Se conocen dichas sustancias como agentes apagadores. La mayor parte de las muestras de material radiactivo apagan algo, si se presentan en concentración lo suficientemente elevada; puede no obstante tolerarse un cierto grado de apagado, (quenching), siempre la eficiencia pueda ser determinada para cada conteo. La tabla I ofrece una lista de algunos de los mejores disolventes.

El primer sistema de disolventes podría parecer ser sólo útil para los lípidos pero ofrece una gran versatilidad - ya que puede aumentarse su poder de disolución mediante la adición de pequeñas cantidades de alcohol absoluto, dimetoxi-metano y disolventes similares, en el centelleo por disolución en tolueno.

En general, las mezclas de disolventes son mas eficientes en la disolución de la muestra que los disolventes puros. El centelleador terfenil, es tan insoluble que se utiliza sólo con tolueno puro.

El otro sistema de disolventes de la tabla I se usa principalmente para el agua y otros materiales de muestra que sean solubles en alcoholes o éteres.

El sistema 4° se usa con productos acuosos, que retienen un 29% del agua de la solución a 5°C, dando todavía en estas condiciones una buena eficacia en el conteo para el C-14. Todos estos sistemas utilizan éteres que se forman interfiriendo peróxidos. El dioxano puede ser adquirido - en las condiciones de peróxido libre, pero los otros éteres han de ser purificados mediante destilación con KOH.

En las muestras acuosas que contienen un soluto radiactivo no hay garantía de que el mismo permanezca disuelto cuando se añade el disolvente de centelleo. Los primeros investigadores en este sistema encontraron que las actividades obtenidas no eran siempre estables. Esto generalmente se debía a que preparaban soluciones sobresaturadas que, a veces, depositaban parte de los materiales radiactivos en las paredes del vial; este depósito da lugar a una menor eficiencia en el conteo porque parte de la radiación beta es absorbida por el cristal del vial. En general, - las disoluciones de centelleo son disolventes pobres para compuestos radiactivos solubles en agua, y se necesitan - métodos específicos para conseguir soluciones genuinas y estables. Algunas soluciones acuosas pueden depositar material no radiactivo al mezclarlas con el centelleante, mientras que la sustancia radiactiva permanece en la disolución real; esta precipitación es inocua. Sin embargo, es necesario la estabilización del precipitado antes del conteo, pues las suspensiones tienden a dar distintas actividades en la observación. Podemos acelerar la estabilización mediante una centrifugación.

Algunas mezclas de disolventes poco usuales nos dan resultados inesperadamente efectivos. El sulfato de magnesio - derivado de la combustión del S-35 (material marcado) puede ser disuelto en glicerol caliente al que se añade alcohol, dimetil-formamida, tolueno, PPO y POPOP. Otra mezcla poco usual se ha utilizado para disolver el colesterol radiactivo: Dioxano, ácido fosfórico, alcohol y tolueno. Estas mezclas están pensadas para la máxima solubilidad de la muestra con un apagado mínimo y por supuesto no deberán atacar químicamente a la molécula centelleante. A veces deben ser utilizadas en proporciones estequiométricas con el soluto de muestra ya que los ácidos no neutralizados son apagadores.

Un punto hay que recordar: La solubilidad de una sustancia decrece cuando disminuye la temperatura. Si un vial de conteo está colocado en la parte mas baja de un refrigerador, puede haber una región que está mas fría que la de conteo y producirse, por tanto, un depósito de material radiactivo.

Sustancias que mejoran la disolución

En los comienzos del conteo líquido, la apreciación de las limitaciones del disolvente hizo bastante limitadas las posibilidades de ampliación de su uso. Sin embargo, pronto se comprobó que casi todas las sustancias pueden, de alguna manera, convertirse en derivados solubles en tolueno: los ácidos y las bases pueden ser convertidos en sales solubles mediante la adición de bases o ácidos grasos; algunos cationes metálicos pueden, así mismo, conver

tirse en iones complejos solubles en tolueno mediante mezcla con un agente quelador conveniente; las sustancias hidrolizables pueden separarse por calentamiento con ácidos o bases grasos para formar sales de los productos de hidrolización, solubles en tolueno. Finalmente tenemos las reacciones orgánicas simples de derivatización que convierten los compuestos hidroxí o amino compuestos en grasos no polares. Deberán de nuevo considerarse las posibles propiedades apagadoras de los productos de reacción y de los excesos de reactivos, así como que la reacción deba ser completa. Otros problemas que aparecen ocasionalmente incluyen los pequeños cambios químicos que se pueden producir en la solución de muestra y que pueden afectar de manera importante al conteo y a la quimiluminiscencia de algunos compuestos. Las bases orgánicas que mas se utilizan son: Hiamina 10-X hidroxí (forma básica de una amina cuaternaria de alto peso molecular) etanolamina, y Primeno 81-R (amina primaria de alto peso molecular). La primera de éstas es una base muy fuerte, tanto como la sosa, y forma sales con casi todos los ácidos débiles. Los materiales radiactivos que han sido contados por medio de estas bases (sobre todo hiamina), son: dióxido de carbono, aminoácidos, purinas, polisacáridos ácidos y los ácidos fosfóricos, sulfúrico, cítrico (sus sales ordinarias son bastante insolubles en tolueno). Usando Primeno que es muy insoluble en agua, es posible extraer algunos ácidos directamente de la solución acuosa con cloroformo y empleando un embudo de decantación. El cloroformo se elimina luego por evaporación y la sal queda disuelta en el líquido de centelleo. Los ácidos orgánicos se utilizan para solubilizar bases (sobre todo de cationes metálicos) entre los que cabe citar: 2 etil-zetanoico y los fosfatos de dialquilo hidrogenados; formándose compuestos que apagan muy poco. La bibliografía sobre el centelleo líquido y disolventes abunda en métodos para formar compuestos solubles e iones complejos mediante agentes queladores.

La hidrólisis con hidróxido de hiamina, se ha probado efectiva con proteínas y con casi todos los tejidos. La muestra se calienta con 1 M-hiamina en metanol durante algunas horas y después se añade uno de los disolventes de la tabla I. La hidrólisis es, sin duda algo incompleta, pero los péptidos tienen una solubilidad bastante apreciable en la hiamina, se sabe desde antiguo, que las bases fuertes tienen la propiedad de solubilizar los materiales biológicos. Incluso las sustancias neutras como los azúcares pueden convertirse en ácidos solubles en hiamina, los hidroxí o amino compuestos pueden, generalmente, ser acetilados calentándolos con anhídrido acético. Así mismo, puede lograrse que los ácidos formen anhídridos al ser tratados con anhídrido acético y esto los hace mas solubles en tolueno. El exceso de anhídrido puede ser eliminado con facilidad por evaporación en el vacío. Reduciendo los azúcares, pueden convertirse en derivados tolueno-solubles: calentándolos con Primeno en metanol.

TABLA I

COMPOSICION DE LAS SOLUCIONES DE CENTELLEO

DISOLVENTE	Centelleador y concentración - habitual en la muestra.
1 Tolueno (o Xileno o anis-- sol)	0,5% PPO + 0,03% POPOP 0,4% terfenil + 0,05 POPOP
2 Dioxano	0,7% PPO + 0,03% POPOP + 10% naftaleno.
3 Dioxano-anisol 1-2 dimetosietano (6-1-1)	1,5% PPO + 0,6% POPOP
4 Dioxano-etilen glicol mo- noetil eter (5-1) * a etil	1% PPO + 0,05% POPOP + 5% naf- taleno

PPO = difenil oxazola

POPOP = 2,2 p-fenil enebis (5-fenil oxazola).

Uso de suspensiones finas

Si el material radiactivo está fina y uniformemente dividido, se puede mejorar el método de centelleo suspendiendo las partículas en el líquido de centelleo. Este método hace necesario desarrollar mezclas especiales de disolución con el fin de preservar la preparación de la coagulación o de la precipitación. Este problema se ha resuelto mediante la adición de condensadores y gelificantes. El estearato de aluminio o el metacrilato de polimetilo, forman soluciones en tolueno en caliente, que se gelifican al enfriar quedando de esta forma las partículas en suspensión estable. Hay que cuidar, sin embargo, que la muestra no quede afectada por el calentamiento que se precisa al preparar la disolución. Dos agentes gelificadores tixotropos: El Cab-O-Sil, el Tixcin se usan con frecuencia, ya que no requieren calentamiento. Pueden ser mezclados en el líquido de centelleo, en cantidades proporcionales dentro de los viales que contienen la solución de muestra. Se agitan los viales para dispersar la muestra y se procede al conteo del modo ordinario, el carácter más importante de estos dos agentes deriva de sus propiedades tixotrópicas, ya que forman geles espontáneamente al agitarlos o al añadir un detenedor.

El Tixcin y el Cab-O-Sil pueden ser utilizados para suspender soluciones acuosas así como polvo seco, por tanto, pueden utilizarse para ciertos líquidos complejos, tales como la leche. El Cab-O-Sil parece que da lugar a disoluciones más transparentes y de actividades más altas. También pueden utilizarse para polvos BLANCOS opacos tales como carbonato de bario, huesos, leche seca, etc, que pueden contarse con una eficiencia bastante elevada.

Las sustancias coloreadas afectan seriamente a la eficiencia. La eficiencia también varía notablemente con el peso de muestra añadido. A veces es causa de sorpresa en este método la insospechadamente buena transmisión de la luz a través de disoluciones que visualmente aparecen opacas. El único problema que afecta a la utilización de los geles es el de su preparación y el de tenerlo que utilizar en proporciones alicuotas con el gel de centelleo. Otro problema es el de reducir la muestra a un polvo convenientemente pequeño, ya que suele ser necesario pulverizar y triturar los sólidos radiactivos. Una ventaja particular que presenta, es el poder contar sustancias radiactivas que podrían ser apagadores si se presentasen en forma soluble.

Uso de muestras impregnadas en papel

Se trata de una técnica reciente, muy prometedora, para sustancias totalmente insolubles en tolueno.

Se deja secar la muestra sobre una cinta de papel filtro, que se sumerge en el vial que contiene el disolvente nº 1 (ver tabla I). Es evidente que este método constituye una extensión del método de conteo por suspensión, usando papel en lugar de un agente gelificante. El papel absorbe poca luz y la posición del mismo (excepto para el tritio) dentro del vial carece de importancia. Para papel de con-

taje es excelente el papel cromatoforo, cortado en cintas que luego irán a los viales dando en la medición actividades totales, no como ocurriría con las bandas de papel corriente, que presentan unas curvas de contaje que requieren integración. Como los grupos radiactivos son totalmente insolubles en tolueno, pueden ser recuperados después de la medición para un posible estudio posterior. Como en todos los contajes por suspensión la sustancia radiactiva debe ser totalmente insoluble en tolueno, ya que si no la fracción disuelta daría una actividad mayor que la del papel y se producirían cambios irregulares en los coeficientes del contaje.

La uniformidad de la impregnación de los papeles es también muy importante, se impregnan con NaOH, tomándolo directamente de un frasco de Warburg, muy concentrado, y se introducen donde el anhídrido carbónico marcado se ha liberado. Luego se procede al contaje tras su inmersión en la solución de centelleo. Por supuesto, la extensión de la muestra está limitada por la auto-absorción.

Con el tritio hay que dar una orientación constante al papel y así se logra una eficiencia de contaje uniforme, esto se logrará enrollando las cintas en un cilindro de cristal ligeramente menor que el vial.

Uso de centelleadores en suspensión

El uso de muestras en suspensión hizo pensar que la solución inversa o sea, utilizar los agentes centelleantes en suspensión, también podría dar buenos resultados. Se comenzaron a utilizar cristales planos azul violeta de antraceno, que es un buen centelleante sólido. Pero se necesita un agente húmedo que permita penetrar el agua entre los cristales. En el contaje del Carbono 14 se obtienen resultados bastante buenos y algo mas pobres en el del tritio. Es un método conveniente cuando se trata de moléculas de alto peso molecular (si son suficientemente solubles en agua) siendo después posible recobrar la muestra mediante un filtrado del antraceno.

Hay otra forma de utilizar este método que consiste en utilizar un disolvente plástico con la ventaja consiguiente de poder darle la forma requerida. Son también especialmente efectivas las perlas de centelleador disueltas en poliestireno a través de las cuales puede pasarse una solución acuosa radiactiva. Existe una autoabsorción de partículas beta bastante apreciable por lo que no resulta muy recomendable utilizar este sistema para el tritio.

El problema de las muestras coloreadas

Se pueden producir dos tipos de apagado en una muestra: Interferencia con la formación de emisiones de luz y absorción de las mismas. Este último aparece con cierta frecuencia en las suspensiones pero puede alcanzar valores de ineffectividad cuando nos encontramos con soluciones coloreadas. Si el apagado por coloración no es demasiado alto puede ser corregido numéricamente, en caso contrario hay que desechar la muestra coloreada.

La decoloración puede lograrse mediante oxidación, reduc-

ción o adsorción. El agente que ha encontrado mas uso es el agua oxigenada, ya que, aunque aparezca un exceso de la misma no parece ser dañino para el proceso de centelleo. La orina se puede manejar calentándola con un poco de peróxido de hidrógeno a 80 grados centígrados durante seis horas en un vial de contaje cerrado añadiendo después la solución de centelleo n° 4 de la Tabla I. Las sangres constituyen un material muy opaco, pero pueden disolverse calentándolas con hidróxido de hiamina y luego decolorando con peróxido. Si una muestra que contiene C-14 libera anhídrido carbónico durante la oxidación de la solución, se hará alcalina previamente.

Cuando una proteína se calienta a alta temperatura para su solubilización con hiamina, tiende a formarse una cierta cantidad de color, por lo que resulta mas aconsejable calentar durante mas tiempo a temperatura menor, la cantidad de color que se produce se reduce de manera conveniente mediante una agitación con vibraciones ultrasónicas durante el calentamiento o bien mediante el uso de proteínas previamente liofilizadas. El peróxido de hidrógeno acelera también la decoloración.

Un método mas drástico para eliminar en color consiste en la oxidación completa de la muestra. La combustión catalítica seca, a altas temperaturas, es probablemente el método mas exacto y suele utilizarse para el Carbono 14 y el tritio. La combustión microanalítica se ha utilizado para reducir muestras a un peso de 2 gr. en seco.

Para muestras mas pequeñas puede utilizarse un método mas simple de combustión. Método modificado del sistema de combustión en oxígeno de Schoniger. En un frasco cerca de un alambre de platino se mete la muestra, en un saco de plástico, en un cojín de algodón de vidrio o en una red de platino. Esta se encierra en un tubo de cristal de varios centímetros de longitud en cuyo extremo hay un tapón de caucho por donde se inserta un frasco de succión cuyo brazo lateral se conecta a una llave que lo une a un depósito. Para llevar a cabo la combustión se llena el tubo de oxígeno incinerándose la muestra mediante un alambre calentado eléctricamente. Una vez que se ha quemado la muestra, se introduce la hiamina desde el depósito a través del brazo lateral para absorber el anhídrido carbónico formado. Si se forma T_2O , en lugar de introducir hiamina se mete un disolvente de centelleo. Esta técnica se puede explicar para el contaje de algunos otros elementos azufre, fósforo, cloro, etc. La mayor parte de estos aparatos pueden conseguirse comercialmente. La desventaja de este método es una ligera tendencia a producirse una combustión incompleta. Pero todos los métodos de combustión tienden a dar pérdidas por absorción y por contaminación cruzada con trazas de tritio.

Si solo se va a determinar el C-14 se puede utilizar la mezcla ácida de combustión de Van Slicke o el persulfato de plata. Este último es conveniente para el caso de muestras acuosas, puesto que la oxidación tiene lugar en agua caliente. Algunas sustancias se oxidan a anhídrido carbónico con persulfato de plata, incluso a temperatura ambiente. La oxidación puede llevarse a cabo en uno de los

lados de un frasco de dos limbos, habiendo en la otra cavidad una solución alcalina que recoge por difusión el anhídrido carbónico resultante. El líquido alcalino puede estar en una tira de papel o en una pequeña taza desde la que se introduce su contenido gota a gota en el vial de -
contaje que contienen el disolvente de centelleo. La taza de cristal no afecta al conteo.

La combustión siempre suele dar muestras muy similares -
químicamente, a partir de muestras de origen totalmente -
distintos y que pueden ser contadas con una eficiencia -
muy alta sin tener que utilizar distintos sistemas de con-
taje según los tipos de muestras de que se trate, con la
ventaja adicional de interrelacionar las distintas efi- -
ciencias de conteo.

Cómo determinar automáticamente la eficiencia del conteo
líquido por centelleo.

En la mayoría de las técnicas destinadas a medir la ra- -
diactividad, algunas de las partículas emitidas por la -
muestra se pierden a través de ciertos procesos sin produ-
cir resultados medibles en el contador, escapando por tan-
to a la detección. Se define la eficiencia de conteo co-
mo la razón del número de datos observados al número de -
desintegraciones que ocurren en la muestra, o sea $E =$
 $= \text{EPM/DPM}$.

Es necesario conocer el valor de E para determinar la ac-
tividad absoluta de la muestra o para comparar las activi-
dades de las muestras que se cuentan con distintas efi- -
ciencias.

En el conteo de centelleo líquido como en muchas otras -
técnicas de conteo, la eficiencia depende de la naturale-
za físico-química de la muestra. En el conteo por cente-
lleo líquido, el volumen de esta muestra es el total cons-
tituido por todo el material contenido en el vial inclui-
do el disolvente, centelleador, y el volumen de muestra -
que se desea contar.

Hay pocos disolventes conocidos que den altas eficiencias
de conteo en el centelleo líquido. El disolvente sirve -
no solo para efectuar un contacto íntimo entre el mate-
rial de muestra y el centelleador, sino que también es el
transmisor de la energía emitida por la muestra al cente-
lleador, entre los líquidos que pueden admitir cantidades
adecuadas de centelleador y además ser transparentes, los
mas eficientes (Tolueno Xileno) a menudo son malos disol-
ventes de la muestra radiactiva. En este caso puede intro-
ducirse un disolvente secundario adecuado para formar un
sistema homogéneo (para mezcla de agua tritizada con tolu-
eno se añade etanol), esta sustancia añadida y el material
propio radiactivo degradarán un poco la energía que puede
recibirse del disolvente o directamente de las partículas,
a otros niveles que no serán capaces de excitar al cante-
lleador. A veces las moléculas del centelleador resultan
afectadas por otras sustancias de tal forma que se supri-
me la fluorescencia "apagado químico".

En lugar de utilizar tolueno y un disolvente secundario,

es preferible sustituir un disolvente primario menos eficiente. De los pocos que se conocen con una eficiencia razonable del grupo de los éteres pueden citarse: dioxeno, anisol, 1,2 dimetoxi etano, que han probado ser particularmente útiles. Otro tipo de apagado es la absorción de la luz fluorescente por componentes de la muestra. El espectro fluorescente se extiende aproximadamente de 3.500 a 6.000 angstroms y, a partir de estos límites, traspasa la zona de luz visible. Estas sustancias apagadoras son, generalmente, coloreadas. Tanto el apagado químico como el debido a la coloración, están asociados con la estructura de los materiales de la muestra. El apagado se manifiesta como un decrecimiento en la cantidad de luz emitida por cada partícula radiactiva y por lo tanto, en la pulsación producida por el fototubo.

En casos extremos, la pulsación puede ser degradada hasta el nivel sonoro o perderse por completo. El problema de determinar hasta qué punto la eficiencia de conteo de cada muestra decrece por el apagado, requirió antiguamente un gran esfuerzo por parte del investigador. Normalmente se hallaba "clavando" la muestra con una cantidad conocida del radiosótomo en un pequeño volumen de alta actividad específica y volviendo a contar. La eficiencia del conteo de la cantidad de actividad conocida podía así ser determinada a partir de los dos conteos. Esto se llama "estandarización interna". Otro método consiste en contar en varias diluciones de la muestra, hasta llegar al coeficiente de conteo a dilución infinita, en la que no existe apagado y que puede ser determinado por extrapolación. Ambos métodos consumen mucho tiempo y están expuestos a un considerable error.

Teoría del método de la razón de canales

En párrafos anteriores se han discutido algunas causas de la variación de la eficiencia en el conteo, entre muestras de centelleo líquido, y se ha indicado que la intensidad de la pulsación producida por cualquier desintegración radiactiva puede variar desde el máximo valor, característico del sistema centelleador-disolvente puro, a lo largo de toda la escala, hasta el nivel sonoro, según el grado de apagado. La disminución de la intensidad de pulsación es un suceso aleatorio, que sigue leyes estadísticas. Si queremos saber la distribución de intensidades de pulsación que puede esperarse de una muestra, dado que el contador de centelleo líquido es un contador proporcional, el rendimiento de la distribución de intensidades toma la forma del espectro beta. Esto se representa en la figura DA-1 (N.O.-94). El factor proporcional o ganancia del sistema es una función variable con la alta tensión a los fototubos. En el término inferior de la escala de energías de la figura 94, hay un punto de discontinuidad dado por el discriminador de mas baja energía. No puede registrarse ninguna pulsación menor que este valor. Es mas deseable que las pequeñas pulsaciones debidas a la excitación térmica de los fotocátodos, a la luminiscencia perdida, etc, no sea ampliada por encima de este nivel. Otro discriminador está capacitado para señalar un punto de discontinuidad superior, que elimina las grandes pulsaciones debidas a las partículas de rayos cósmicos.

Normalmente, se busca la posición del espectro beta entre estos niveles ajustando la tensión. Puede entonces usarse un tercer discriminador para dividir el espectro en dos canales. Cuando hay apagado, la energía media de las pulsaciones decrece, y el espectro se desvía hacia las zonas de energías inferiores. Cambiará el n° total de datos (la medida de la eficiencia de conteo), como también el n° de recuentos por canal Fig. DA-2 (N.O.-95). Si la posición del discriminador se ha escogido con acierto, la razón del conteo de los dos canales cambiará de forma que dé una medida útil de la eficiencia (o el grado de apagado). Cada isótopo, que permite una lectura directa de la eficiencia de conteo sobre la curva, tan pronto como ha sido medida la razón de canales. Cada curva es válida para condiciones particulares de conteo (HV, puesta de discriminadores, temperatura), que deben haber sido previamente escogidas.

Ventajas del método de razón de canales

Este método de determinar eficiencias tiene importantes ventajas sobre el método de estandarización interna o los métodos de dilución. Una vez preparadas las muestras, no se necesitan ulteriores manipulaciones en ellas, y se gana muchísimo tiempo. No están continuamente alteradas por dilución o adición de una gran cantidad de actividad. Los riesgos en que se incurre al abrir las muestras perdidas por evaporación, condensación de la humedad, etc., se suprimen. Un error importante del método de estandarización interna es el que se comete al medir pequeños volúmenes de líquido, queda suprimido igualmente. Pero quizás lo más importante es que sólo se precisa una sola medida.

Curva de corrección de apagado de C-14 y H-3

Las curvas Fig. DA-3 (N.O.-96) y Fig. DA-4 (N.O.-97) representan las que se pueden obtener para el tritio y el C-14 respectivamente. El tipo de curva del H-3 resulta de una combinación lineal de la razón del coeficiente de conteo en el canal de mas alta energía de la Fig. DA-2 (N.O.-95) con el canal de mas baja energía vs las eficiencias de conteo sumadas de ambos canales. (El uso del coeficiente total de conteo en el cálculo de eficiencias de estadísticas perfeccionadas).

Si el espectro está correctamente colocado en las ventanas la operación dará aproximadamente una línea recta para un amplio rango de eficiencias.

La curva del C-14 muestra la eficiencia total en un amplio rango, obtenida como función de la razón del coeficiente de conteo en la ventana inferior, con el de la ventana superior, o la razón

$$R = \frac{L3 - L4}{L3 - L5}$$

Alternativamente se puede usar la razón $\frac{L4 - L5}{L3 - L5}$ que da una curva como la de la figura DA-5 (N.O.-98) como indicó Baillie. De esta forma, la razón puede hacer numéricamente igual a la eficiencia sobre un rango limitado, dando una medida directa de la energía, muy conveniente. Esto -

método pierde valor para medidas pobres referentes a energías mas bajas, cuando el coeficiente de conteaje en la ventana superior cae bruscamente, al incrementarse el apagado. En la mayor parte de las muestras, los coeficientes de conteaje mas bajos se suponen para las muestras apagadas, y la posibilidad de una R que aumente con el apagado minimiza el cambio para un tiempo dado de conteaje.

Se ha encontrado una curva simple de "corrección de apagado" que engloba todos los agentes de apagado en ausencia de color. La tabla muestra la lista de varios disolventes centelleadores y agentes que son conocidos por haber sido estudiados en este sentido. La mayor parte de los sistemas líquidos de uso extendido están representados, y la gran diversidad química de los agentes de apagado, que se han encontrado para dar una curva simple, ofrece una gran seguridad de que otras sustancias mostrarán el mismo comportamiento. El efecto del decrecimiento de la concentración de centelleador se encontró que guardaba relación con el apagado químico.

En el caso del tritio, incluso las muestras altamente coloreadas se aproximan tanto a la curva de las muestras de apagado químico, que se puede esperar menos de un 0,5% de error en la eficiencia usando esta curva para las muestras coloreadas.

Para el C-14, las curvas de apagado químico y de color divergen según aumenta el apagado, y para muestras altamente coloreadas, deben construirse dos curvas separadas.

Algunos otros defectos ópticos pueden determinar cuándo las muestras revelen valores anómalos para E/R, como, por ejemplo, la distribución irregular de la muestra gelificada sobre las paredes del vial de conteaje, la separación de dos fases líquidas o la congelación parcial provocarán normalmente que las muestras se desvíen de la curva predicha. Las muestras totalmente congeladas pueden o no caer en la curva, dependiendo esto aparentemente del grado de homogeneidad. Un intenso empañado del exterior del vial de muestra puede causar un error de un 1 a 2% aproximadamente, en la determinación de la eficiencia. El volumen de muestra puede variar entre 3 y 18 ml. para el C-14 sin introducir error apreciable, y entre unos valores algo mas pequeños para el tritio. Por supuesto, puede construirse una curva válida para cualquier volumen que se desee, aún cuando está fuera de este límite. Puede verse de todo lo dicho que las variaciones aleatorias en los geles y la variación de la eficiencia con el volumen puede presentar problemas serios en los otros métodos de corrección de apagado.

Rutina controladora de la eficiencia

La conveniencia de efectuar una prueba de rutina para el apagado es evidente a partir de la consideración de las variables de las muestras que puede afectar a las eficiencias de conteaje de un modo significativo. Algunas sustancias son tan fuertemente apagadoras que, incluso trazas en la disolución, son fácilmente detectables en el conteaje de centelleo líquido. Por ejemplo, el agua es un apagador potente, y la humedad contenida por las muestras es difícil

de controlar. Hay disolventes en los que varía, de un fabricante a otro y de un envío a otro, su contenido de sustancias apagadoras. El dioxano es un ejemplo particularmente sensible, su tendencia a formar peróxidos al permanecer en contacto con aire o humedad es causa de su diversa eficiencia en el conteo de centelleo líquido. La dilución del sistema disolvente-centelleador por la adición de cantidades variables de muestra radiactiva, la posible reacción química de los materiales de muestra con el centelleador es a temperaturas reducidas son posibles fuentes de la variación de eficiencias. El control de la composición de las muestras es en muchos casos verdaderamente imposible, tales como los conteos, de líquidos biológicos o de tejidos. Incluso para la minoría de experimentos en los cuales la composición de muestra es constante o conocida, es una buena costumbre el proporcionar una prueba de rutina de la eficiencia de conteo.

Cuando los canales de conteo han sido convenientemente escogidos, esta información tiene siempre utilidad como referencia.

Uso de apagados patrón

Del mismo modo que el experimentador cuidadoso cuenta rutinariamente su muestra patrón y el fondo en cada modificación, del mismo modo le interesa contar un lote de apagados estándar que estableciera su curva de corrección de apagado.

Según la categoría de las eficiencias encontradas en su muestra y la linealidad conseguida para la curva, podrían formarse entre tres y seis patrones de apagado para cada isótopo.

Un lote de patrones para cada isótopo bastaría para la mayor parte del trabajo, pues un solo agente de apagado químico puede servir para establecer curvas que sean útiles para todas las muestras de tritio, y para todas las muestras de C-14, salvo para las fuertemente coloreadas.

El conteo de rutina de estos patrones proporciona una muestra de las variables que afectan a las curvas, y la precisión con la que los controles instrumentales (de voltaje, atenuador, discriminadores) han sido reajustados a valores previamente establecidos.

Muestras con bajos coeficientes de conteo

En las discusiones precedentes, los coeficientes de conteo usados en el cálculo de eficiencias y razones de canales eran coeficientes "netos", es decir, se les han restado los coeficientes del acompañamiento o fondo. El coeficiente de fondo es el observado para una muestra de control de la misma composición y volumen que el problema, pero sin contener radiactividad añadida. Cuando se trabaja con muestras cuyos coeficientes de conteo están cercanos a los niveles de fondo, es muy importante usar muestras de control convenientes para las determinaciones del fondo porque se ha observado que las diferentes composiciones de la muestra que muestran la misma eficiencia para un isótopo pueden tener coeficientes de fondo bastan-

te diferentes, y que ciertos componentes de la muestra ofrecen contajes falsos, por quimiluminiscencia o activación por luz. La magnitud de estos últimos efectos será normalmente función de la temperatura de la muestra y del tiempo de adaptación a la oscuridad; por lo tanto, los controles y los problemas deben ser colocados en el cambiador de muestras juntos.

Cuando los verdaderos coeficientes de contaje neto han sido determinados, las curvas E/R pueden usarse para muestras de bajo nivel con la precisión que se puede esperar en las leyes estadísticas.

Ya se sabe que dentro de los rangos restringidos de eficiencia y actividad de muestra, pueden cometerse errores por el uso de coeficientes "grosos" (sin corregir para el fondo) para construir las curvas de calibrado y determinar la eficiencia de los problemas, mediante la elección adecuada de los canales, pueden hacerse las curvas relativamente insensibles al nivel de actividad en una cierta región de eficiencias. Esto es particularmente útil cuando no es posible la determinación del verdadero coeficiente de fondo.

Contaje de centelleo líquido de tres canales

Puede evitarse la necesidad de programar dos veces el instrumento para el C-14 y el tritio, mediante el uso de tres canales de contaje simultáneos, que midan el apagado de ambos isótopos. Esto es posible a causa de los márgenes del espectro: una ventana de energía intermedia deja ver parte de ambos espectros. Fig. DA-6 (N.O.-99).

Por lo tanto, pueden contarse los dos isótopos consecutivamente o alternativamente sin volver a programar el instrumento. Una gran ventaja en el contaje automático de gran número de muestras pudiéndose obtener buenas eficiencias para ambos isótopos en un amplio rango de apagado.

Puede verse que el método de razón de canales para determinar la eficiencia ofrece una exactitud igual o superior a la de los otros métodos, con un ahorro sustancial en el contaje y en el tiempo de manipulación de muestras.

Algunos disolventes mas comunmente empleados

Solvente - Sistema centelleador:

Tolueno + PPO

Tolueno + PPO + POPOP

Tolueno + PBD

Dioxano + PPO + POPOP

Dioxano + PPO + POPOP + naftaleno

Disolventes secundarios :

Metanol

Etanol

Sileno

Anisol

Dimetoxietano
Etilen-glicol
Metil cellosolve
Hexano
Pentano

Algunos Reagentes

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) Hiamina | 1) Partes de tejidos en disolu-
ciones salinas. |
| 2) Etanolamina | 2) Acido oleico |
| 3) Agua | 3) Potasa |
| 4) Acetona | 4) Alanina |
| 5) Iodo benceno | 5) Adenina |
| 6) Anilina | 6) Albúmina |
| 7) Tetracloruro de carbono | 7) Orina |

Cómo aplicar la estadística a las mediciones nucleares

Cualquier medición, repetida en idénticas condiciones nos dará una variedad de respuestas. Las razones de la variación son numerosas: incluyen alteraciones en las condiciones supuestas similares debidas a desequilibrios de los instrumentos u otros factores, limitaciones de lectura si hay que usar una escala, y fluctuaciones debidas a la naturaleza variable, inherente a ciertos procesos. Todas estas variaciones pueden medirse estadísticamente, no están bajo el control del experimentador. El análisis de las variaciones estadísticas puede llevar a ciertas conclusiones que tienen que ver con la reproducibilidad de las medidas. Un error sistemático no será revelado por el análisis estadístico como es lógico, debe observarse mediante un estudio cuidadoso de los procesos básicos y los métodos empleados.

La mayor parte de la ciencia nuclear aplicada comprende el conteaje de los sucesos aleatorios nucleares: desintegración de los átomos radiactivos, producción de reacciones nucleares introducidas, dispersiones de radiación nuclear y similares. Los sucesos de esta naturaleza siguen una ley estadística - la distribución de Poisson - que es simple y fácil de aplicar. En muchos casos, los errores estadísticos inherentes debidos a las fluctuaciones fundamentales - en el coeficiente de ocurrencia de los sucesos es el error principal, y se hace importante el hecho de predecir o calcular este error.

Hablando de modo general: la estabilidad del aparato de conteaje es tal que el error estadístico fundamental será controlado si es mayor que el 1%. Esto, por supuesto, no es una regla severa y constante, pero sirve para dar una idea aproximada con fines ilustrativos.

Supongamos, por ejemplo, que tenemos una muestra de material radiactivo con una vida media relativamente larga, no supondremos por lo tanto que el coeficiente de desintegración media decrezca mucho durante el experimento. Exponemos el material al contador de radiaciones, en el que una cierta fracción de la radiación choca debido a la disposi-

ción geométrica. Una cierta fracción (conocida como eficiencia de conteo) será registrada. El coeficiente de desintegración, el flujo de radiación a través del contador y el coeficiente de conteo, serán causa de las fluctuaciones ya descritas, debidas a la naturaleza aleatoria de los procesos de desintegración nuclear. La última indicación quiere decir que antes de la desintegración un átomo radiactivo dado, tiene probabilidad constante de desintegrarse en cualquier intervalo (diferencial) de tiempo; esta probabilidad es proporcional al coeficiente de desintegración de la muestra. Si dP es la probabilidad de desintegración de un átomo en un intervalo de tiempo dt , que es pequeño comparado con la vida media.

$$dP = \lambda dt$$

donde el factor de proporcionalidad λ se conoce como constante de desintegración de la especie radiactiva en particular.

El coeficiente medio de desintegración es el producto del número de átomos N por la probabilidad de desintegración por unidad de tiempo $\frac{dP}{dt}$. Por tanto,

$$-\frac{dN}{dt} = N \frac{dP}{dt} = N\lambda$$

de la que deducimos la conocida ley de desintegración radiactiva mediante una integración

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

donde N_0 es el número de átomos en el tiempo inicial.

Hay que hacer hincapié en que el coeficiente de desintegración $-\frac{dN}{dt}$ es un valor medio; el coeficiente real varía de acuerdo con una distribución de Poisson. La fluctuación observada estriba, sin embargo, en los conteos observados, no en el número de desintegraciones durante el intervalo de tiempo en que sucede. Un cierto coeficiente de desintegración con 100% de eficiencia total de conteo es equivalente a un coeficiente 100 veces mayor que el de eficiencia 1%, en cuanto a la estadística se refiere.

La distribución normal

Antes de comenzar el estudio de la distribución de Poisson, consideraremos la distribución normal ya que a ella se ajustan numerosas medidas físicas, todas aquellas que miden magnitudes que varían de modo continuo.

La distribución normal nos indica la probabilidad dP de que la variable X esté comprendida entre X y $X + dX$ y viene expresada por la ecuación:

$$dP = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-m)^2/2\sigma^2} \cdot dx$$

Donde m es el promedio de la distribución y S la desviación standard que mide la amplitud de la curva de la distribución.

TABLA I

EJEMPLO DE CALCULO DE LA DESVIACION STANDARD

Cantidad observada	Desviación observada	$(X_i - \bar{X})^2$
X_i	$X_i - \bar{X}$	
92	-8	64
112	+12	144
96	-4	16
$\bar{X} = 100$	$X_i - \bar{X} = 0$	$(X_i - \bar{X})^2 = 224$
$S = 224 / (3-1) = 10.6$		

TABLA II

EJEMPLO DE OCURRENCIA DE DESVIACION

Proporción de ocurrencia de las desviacio nes	Ocurrencia pro bable por %.	Proporción de desviación de la desviación standard.	Ocurrencia - probable por %.
1.0	50.0	0.6745	50.0
1.5	31.2	1.0	31.7
2.0	17.7	1.5	13.4
3.0	4.30	2.0	4.55
4.0	0.698	3.0	0.270
5.0	0.0745	4.0	0.000634
6.0	0.0052	5.0	0.0000573

El dibujo de $y = dP/dX$ nos muestra que esta función sigue la conocida campana de Gauss (Fig. DA-7 (N.O.-100)).

Las mediciones efectuadas nos dan un conjunto de valores X que serán tomados como miembros del colectivo descrito por la función de distribución.

No podemos asegurar que una serie obtenida a partir de unas mediciones se ajuste a la distribución normal u otra cualquiera. Solamente en ciertos casos particulares las medidas se ajustan a una distribución preseleccionada. De hecho, el principal problema que nos deberá resolver la estadística es el confirmar si un conjunto de mediciones se ajusta o no a una determinada distribución.

Generalmente, el principal interés radica en la obtención de m . Para obtener su valor, promediaremos las observaciones X y hallaremos la media experimental \bar{X} .

Si utilizamos un número suficiente de datos podemos hallar la desviación standard S del conjunto de desviaciones de los datos respecto a la media $X - \bar{X}$, y decidiremos a la luz de los resultados obtenidos si se ajustan o no a la distribución predicha.

El valor mas exacto de S , viene dado por

$$S_{est} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Se utiliza en el denominador $n-1$ en vez de n (número de observaciones) porque así obtenemos un estimador insesgado. Se pone \bar{X} en el numerador en vez de m .

Para mayor concisión y claridad, utilizaremos como ejemplo un colectivo con sólo tres observaciones (Tabla 1).

El valor numérico definido por esta ecuación S se llama varianza o momento segundo respecto a \bar{X} si tomamos en lugar de $n-1$, n . Para un valor de n grande, los momentos segundos respecto a \bar{X} y respecto a m se hacen iguales.

Este colectivo es muy pequeño para el cálculo de S y, por tanto, para ser digno de confianza, el número de datos es demasiado pequeño para indicarnos con qué precisión se ajusta el colectivo a la distribución normal.

Un problema de gran interés consiste en averiguar hasta qué punto la media observada, \bar{X} , representa a la media teórica m .

La desviación standard de la media S_m viene dada por la relación: $S_m = S/\sqrt{n} = 10.613/10 = 1.0613$ en el ejemplo, luego $m = 100 \pm 1.06$.

Usaremos otros valores además de la desviación standard en cálculo de los errores de medida.

El error probable es una desviación que supondremos será superada a la mitad de las observaciones, o sea $r = 0.6745S$. En la distribución normal, se supone que será superado aproximadamente en el 31,73% de las observaciones. Los 9/10 se supone que serán superados en el 10% de las veces.

El error del 95% será superado en el 5% de las veces y será 1,95 S. El error del 99% será superado en 1% de las veces y será 2,58 S.

La tabla 2 da la probabilidad de la ocurrencia de las desviaciones para la distribución normal.

El error probable se usa con bastante frecuencia en los trabajos de carácter científico. Las desviaciones standard se utilizan sobre todo por los investigadores de matemática estadística ya que las tablas están casi siempre calculadas en función de la desviación standard.

Los otros errores se utilizan en el caso de que quiera afinarse al máximo en la acotación del error de la operación de medida.

Se puede desde luego elegir el tipo de error que se desee aunque siempre, al dar los resultados, deberá decirse de cuál se trata, para que pueda así apreciarse la importancia de las desviaciones existentes respecto a los datos obtenidos por otros investigadores.

La distribución de Poisson

Se usa esta distribución para la mayoría de las observaciones de conteo en la física nuclear, tanto experimental como aplicada y viene expresada por

$$P_x = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$$

Donde P_x es la probabilidad de observar los sucesos X cuando la media de un gran número de sucesos es m . En esta distribución X y m son discretas, lo contrario de lo que ocurría en la distribución normal donde las variables son continuas.

Si m es un número suficientemente grande, 100 o mayor, la distribución de Poisson se acerca con suficiente aproximación a esta distribución normal especial.

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi m}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2m}} dx$$

Donde, si comparamos con la ecuación que nos define la distribución normal vemos que la desviación standard es $S = \sqrt{m}$.

La desviación standard de una distribución de Poisson aproximada a normal, puede ser conocida si hemos obtenido m , pero en general la desviación standard de una distribución normal puede tomar cualquier valor a partir de un valor de m dado.

En la mayor parte de las aplicaciones, la ecuación representa fielmente la distribución de Poisson. Aunque se trate de un número de orden del 20, la aproximación es suficientemente razonable. Aunque entonces podría utilizarse la tabla de desviaciones (tabla 2) de la distribución normal. La relación entre la desviación standard y el error probable sería la misma $r = 0,7645 S$.

Si los datos de la tabla 1 representan tres determinaciones hechas en un colectivo a intervalos constante de tiempo

po, la desviación standard de esta distribución de Poisson sería $S = \sqrt{m} = \sqrt{100} = 10$.

Una prueba del conteo consiste en obtener S a partir de las desviaciones observadas, Tabla 1, y de X o m. Los dos valores así obtenidos deberán ser iguales si difieren de forma apreciable esta prueba no nos dará la causa de esta diferencia aunque indica que la medición es incorrecta.

La prueba de χ^2 que inmediatamente definiremos resulta mucho mas adecuada.

La distribución χ^2 de la bondad del ajuste

La distribución de Pearson determina la probabilidad P de que en la repetición de las observaciones aparezcan mayores desviaciones con respecto a la distribución elegida, que las que se han observado en el primer muestreo.

Queda definida por

$$\chi^2 = \sum \left(\frac{(\text{Valor observado}) - (\text{Valor supuesto})}{(\text{Valor supuesto})} \right)^2$$

Los datos deben dividirse por lo menos en cinco clasificaciones (i) y cada una de ellas presentar como mínimo cinco elementos.

En la aplicación al método de conteo que nos ocupa, el "valor supuesto" es la media de los valores observados.

El número de grados de libertad F es el número de grupos de datos menos el número de condiciones impuestas. Es el número de formas según las cuales la distribución observada puede diferir de la distribución considerada. Para una distribución de Poisson: $F = n-1$, donde n es el número de observaciones. La condición impuesta es la especificación de m para la distribución. En el caso de la distribución normal, hay otra especificación mas: la de S. Luego $F = n-2$ para la distribución normal.

Del conocimiento de F y de χ^2 obtenidos de datos experimentales, se obtiene el valor de P consultando las tablas o sobre un gráfico como el de la figura DH-8 (N.O.-101). El valor "ideal" de P es 0,5. Un valor mayor que 0,5 indica que las fluctuaciones son menores de lo que se podría esperar para la distribución considerada. Si P está entre 0,1 y 0,9 se considera, por lo general, que la distribución considerada corresponde a la observada, pero si P es menor que 0,02 o mayor que 0,98 es otra. En este caso, podría ser conveniente repetir las observaciones o examinar el aparato de conteo con vistas a un posible fallo en el funcionamiento.

Tan malo es conseguir un colectivo de datos demasiado consistente, como conseguir otro que no tenga consistencia alguna. Esto puede indicar, por ejemplo, que las pulsaciones falsas con un coeficiente bastante uniforme están mezcladas con las pulsaciones verdaderas. Mucha inconsistencia (pequeño valor de P), quiere decir, por lo general, inestabilidad de algún componente, tal como el suministro de alta tensión, o el mismo tubo del contador. Puede simplemente significar también una medición desafortunada, y es ésta la posibilidad que debe aceptarse en caso de que el apa

rato responda de modo satisfactorio, después de un aparente mal funcionamiento.

En la tabla 3 se ofrece un ejemplo, tomado de Evans, del uso de la tabla χ^2 de Pearson. Los datos, como se ve en el valor de P, son tal vez poco consistentes pero bastante aceptables. Los intervalos de tiempo empleados fueron de 5 minutos cada uno. El coeficiente medio de conteo puede tomarse como 227 ± 4 datos cada intervalo de 5 minutos o $45,4 \pm 0,8$ datos por minuto, donde el error señalado es el error probable. Otro ejemplo numérico dado por Evans nos da un valor de $P = 0,99$. Estos datos eran muy poco consistentes, y la prueba condujo al descubrimiento de un fallo en el instrumento.

Acumulación de errores

Cuando se combinan dos cantidades mediante suma o resta, el error de la suma o resta no es sencillamente la suma de las cantidades individuales, sino menor, ya que existe la posibilidad de que los errores se anulen mutuamente de manera parcial.

La ley de adición de errores independientes es:

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2}$$

donde S puede ser la desviación standard, el error probable o cualquier otro tipo de error si S_1 y S_2 son los errores individuales correspondientes.

Esto se emplea al aplicar la corrección de fondo al conteo de datos. Se hace un promedio del conteo de fondo, y se determina su error por el método habitual. Después se coloca la fuente de radiación en posición, y se efectúa un nuevo conteo. El coeficiente del fondo promediado se resta entonces del coeficiente de conteo total promediado, y los errores se combinan cuadráticamente como indica la ecuación:

$$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2}$$

Por ejemplo, si en un tiempo de 10 minutos el conteo de fondo observado fue de 352 cuentas, y el conteo de la fuente de radiación fue de 444 cuentas, en 5 minutos el coeficiente neto de conteo puede darse como sigue:

$$\frac{444 \pm \sqrt{444}}{5} - \frac{352 \pm \sqrt{352}}{10} = 52 \pm 4,6 \text{ datos/minuto}$$

o simplemente 52 ± 5 datos/minuto, donde el error que se indica es la desviación standard.

Cuando se multiplican o dividen cantidades, los errores "fraccionarios" o "por ciento" se suman cuadráticamente. Por ejemplo, si 100 ± 5 se divide por 20 ± 2 , 31 resulta-
do es

$$5 \pm \sqrt{5\%^2 + 10\%^2} = 5 \pm 11,2\%$$

TABLA III

ANALISIS DE GEIGER-MUELLER. DATOS DE CONTAJE.

Prueba	X	X- \bar{X}	(X- \bar{X}) ²
1	209	18	328
2	217	10	100
3	248	21	441
4	235	8	64
5	224	-3	9
6	223	-4	16
7	233	6	36
Totales	1.589	0	990

$$\bar{X} = 1589/7 = 227$$

$$\sigma = \sqrt{990/6} = 18.2 \text{ para residuales}$$

$$\sigma = \sqrt{227} = 15.1 \text{ esperado}$$

$$\sigma_{\bar{X}} = 18.2/\sqrt{7} = 4.9 \text{ para residuales}$$

$$r_{\bar{X}} = 0.6745 \times 4.9 = 3.3 \text{ para residuales}$$

$$r_{\bar{X}} = 0.6745 \times 15.1/\sqrt{7} = 3.8 \text{ esperado}$$

$$\chi^2 = 990/227 = 34.37$$

$$I = 7 - 1 = 6$$

$$P = 0.6$$

Pérdidas de tiempo

Sistemas de tipo 1°. - Los sistemas paralizables (tipo 1), tan sólo efectúan el recuerdo de los intervalos que son mas largos que el tiempo muerto, T. Esto quiere decir que un coeficiente de conteaje suficientemente grande puede paralizar completamente el sistema, ya que éste nunca tendrá oportunidad de recobrase antes de que emita el siguiente impulso. El sistema paralizable se caracteriza por el hecho de que un impulso que llegue durante un intervalo "muerto", puede provocar un nuevo intervalo de tiempo muerto, aunque dicho impulso no queda registrado. Si N es el coeficiente medio de impulsos emitidos, el coeficiente de conteaje observado es:

$$n = N \cdot e^{-Nt}$$

que tiene un máximo para $NT = 1$, o sea $n(\text{máx}) = 1/eT$, donde $e = 2,718 \dots$ y $n \text{ máx.}$ es el coeficiente de conteaje máximo observable en un sistema de Tipo 1°. Las ecuaciones anteriores se aplican cuando las pulsaciones se suceden de modo aleatorio.

La mayor parte de los contadores eléctricos y algunos contadores Geiger que no usan autoapagado son sistemas tipo

1. La ecuación $n = N \cdot e^{-Nt}$ se aplica sólo si el contador no tiene escala de medida.

Sistemas de tipo 2°. - Se llama también sistemas no paralizables porque en ellos un impulso emitido durante un intervalo de tiempo muerto no crea otro intervalo de tiempo muerto. Usan este sistema los contadores Geiger de autoapagado, así como la mayor parte de los contadores proporcionales y de centelleo. El verdadero coeficiente de impulsos N viene dado en función del coeficiente observado n y el tiempo muerto T, por la relación:

$$N = \frac{n}{1 - nT}$$

La distribución de muestra mas eficiente y el Tiempo de Contaje de Fondo.

Una pequeña reflexión nos hará ver que existe una relación de tiempo óptima entre el conteaje de la muestra y el conteaje de fondo, en orden a obtener un error mínimo en la determinación del coeficiente de conteaje neto, caso de que se pueda fijar un tiempo constante para ambas mediciones. La figura DA-9 (N.O.-102) muestra la determinación de la distribución de tiempo mas eficiente. En el diagrama t_s es el tiempo de conteaje de la muestra, y t_b el tiempo de conteaje de fondo. Las instrucciones de manejo son las siguientes: Trazar una línea recta a partir del punto de la escala derecha que corresponde al coeficiente de conteaje de fondo (estos coeficientes se sabrán sólo de modo aproximado). El punto en que la línea recta corta a la escala del centro corresponde a la razón de tiempos de conteaje de la muestra y de fondo para eficiencia máxima.

Ejemplo: Si el coeficiente aproximado de conteaje de la muestra, sumado al de fondo, es de 400 datos por minuto, y el fondo es de unos 25 datos por minuto, el tiempo de

contaje de la muestra debe ser cuatro veces mayor que el de fondo. Si el tiempo total de que disponemos es de 20 minutos, realizaremos el contaje de la muestra durante 16 minutos y el del fondo durante 4, para obtener un error mínimo.

Nomograma para el error de contaje

En la Figura DA-10 (N.O.-103) ofrecemos una tabla de gran utilidad, que permite una estimación rápida del error mediante la distribución de Poisson, teniendo en cuenta también el fondo. En la tabla N_o y N_b simbolizan los coeficientes de contaje de la muestra (incluido el fondo), y t_o y t_b son los correspondientes tiempos de contaje. Trácese una línea recta desde el punto de la escala A que corresponde a N_o/t_o al punto de la escala B que corresponde a N_b/t_b . La intersección de esta línea con la línea de referencia C nos da un punto que llamaremos Punto de Referencia. Tracemos una segunda línea recta que pase por el punto de referencia y que indique el error que se tolera sobre la escala D (línea diagonal). El error total tolerado se encontrará en la intersección de esta segunda línea con la escala E. Por ejemplo: Si hemos obtenido 20.000 datos en 10 minutos a partir de una muestra y han sido observados 19 datos en un minuto al medir el fondo, N_o/t_o ($20.000/10 = 200$) y N_b/t_b ($19/1 = 19$). Trazamos una línea recta que pase por 200 en la escala A y por 19 en la escala B. Observamos el punto de referencia en la escala C. Trazamos una segunda recta que pase por el punto de referencia y el error tolerado (por ejemplo 0,99) sobre la escala D. Encontramos un error de 38 datos por minuto sobre la escala E.

Criterio de Chauvenet para desestimar una lectura.

De vez en cuando puede obtenerse una lectura que, aunque válida en el sentido de que no haya ocurrido ningún fallo del aparato y de que la lectura forme parte del colectivo de datos, se desvíe tanto de la media que pueda afectar de modo no deseable al promedio de observaciones. Según el criterio establecido por Chauvenet, (4) (7), deben ser desechadas las lecturas cuya desviación de la media sea mayor que la que corresponde a una probabilidad límite de $1/2n$ (error $1 - 1/2n$). Por ejemplo, en una serie de 10 lecturas si $\bar{x} - x$ supera a 1,96 s (error de 0,95) deberá desestimarse dicha lectura y se obtendrá un nuevo promedio sin considerarla. La tabla 4 indica los valores de la razón de desviación con respecto a la desviación standard, para diversos valores de n (número de lecturas), de acuerdo con el criterio de Chauvenet.

Error de lectura de un coeficiente de contaje

El contador de un tipo de coeficiente medio de contaje sobre un período de tiempo indefinidamente grande hacia atrás, en el cual los tiempos mas recientes tienen una importancia menor que los mas alejados. Si el contador ha alcanzado el equilibrio, la desviación standard de Poisson de una sola lectura es $s = \sqrt{\frac{a}{2RC}}$ datos/seg.

donde a es el coeficiente de contaje en datos/seg. y RC es

TABLA IV

CRITERIO DE CHAUVENET PARA RECHAZAR LECTURAS ERRONEAS

Número de lecturas	2	3	4	5	6	7	10	15	25	40
Proporción del máximo de desviación aceptable en la desviación standard.	1.15	1.38	1.54	1.65	1.73	1.80	1.96	2.13	2.33	2.50

la constante de tiempo del contador en segundos (R = resistencia en ohmios; C = capacidad en faradios del circuito de integración). El "tiempo efectivo de muestreo" de un contador que indique el coeficiente de contaje es, - pues, $2RC$, de tal forma que un contaje de esa duración que tuviera el mismo coeficiente de contaje presentaría la misma desviación standard. Si el registro está promediado para un tiempo T , que es mucho mayor que RC , la desviación standard con respecto a la media es:

$$s_m = s/\sqrt{T/2RC} = \sqrt{a/T} \text{ datos/seg.}$$

Para valores pequeños de T la desviación es menor que la indicada en esta ecuación.

Caso en que el manantial pierda intensidad

En la mayor parte de los casos experimentales, serán suficientes los métodos aquí descritos, que suponen un coeficiente promedio de contaje constante. Si se observa un descenso apreciable del coeficiente de contaje durante el proceso, deberán usarse métodos especiales.

Contaje por centelleo continuo, de emisores beta de carácter débil en corrientes de agua.

Generalidades.

En años recientes los métodos cromatográficos han adquirido una importancia creciente en los laboratorios químicos. Puede decirse que casi todo tipo de sustancias es hoy día sometida, de modo rutinario, a uno o mas tratamientos cromatográficos, durante la purificación o separación de - otros compuestos a ellas unidos de modo íntimo. Sería una indiscutible ventaja el que fuéramos capaces de medir y registrar la radiactividad de un modo continuo y permanente durante dichas separaciones. Sin embargo, surgen problemas particulares en los casos en que los isótopos de interés son débiles y los fluidos de tipo acuoso. Por ejemplo, el $C-14$ y el tritio; estos dos isótopos, los mas usados en los estudios biológicos, eran antiguamente sólo medibles en fracciones individuales de fluido mediante el Geiger, tras separar los del disolvente o mediante contaje proporcional, o tras convertirlos en un compuesto soluble en un disolvente orgánico, mediante centelleo.

Estos procedimientos, aunque eficientes y precisos, son excesivamente tediosos comparados con la mecánica aplicación del método de fluidos cromatográficos.

Solución

La introducción llevada a cabo por Steinberg de un método eficaz para el contaje por centelleo es un sistema de dos fases, formado por un centelleador sólido e insoluble en contacto con una disolución acuosa del isótopo radiactivo y sienta las bases de un método mas práctico. En este método, las partículas beta de los átomos en desintegración viajan a través de la disolución hasta que chocan con el centelleador que emite fotones. Las pulsaciones de luz salen de la célula y son medidas por el método acostumbrado. Como la absorción de las partículas beta por el agua es muy intensa, la solución debe estar en contacto íntimo con

flúor. Este y la sustancia de la que está hecha la célula deben, igualmente, reflejar o transmitir la luz de forma -- eficaz, para que pueda salir de la célula.

Para el conteo en corriente de fluido, sólo se precisa la construcción de una célula de dichas características, a través de la cual pueda circular el fluido. Los recientes avances en el campo de lo instrumental nos facilitan el -- equipo necesario, cuyas características deben ser: Una alta eficacia, un bajo nivel de fondo y flexibilidad para di -- versas aplicaciones.

Los métodos y principios, aunque se discuten en términos -- de fluidos cromatográficos son aplicables a cualquier co -- rriente de fluido.

Fundamento

Supongamos una disolución que contiene una muestra radiac -- tiva de actividad total A (datos por minuto) y un fluido -- de caudal constante y (milímetros por minuto), que pasa a través de una célula con un volumen para fluido V (milí -- metros), en un sistema que tiene por eficiencia de conteo E (%). El conteo total de la muestra que se obtendrá, puede ser calculado a partir de la ecuación:

$$C_s = A \frac{V.E.}{100v}$$

El volumen de la célula puede modificarse adaptándose a la solución que necesitamos: Si el fluido cromatográfico con -- tiene una o varias sustancias radiactivas bien diferencia -- das, puede usarse una célula grande para un conteo en -- gran escala de la muestra. Sin embargo, en general se nece -- sitarán células pequeñas. El caudal de flujo admite igual -- mente importantes transformaciones, según las necesidades del sistema cromatográfico. Es obvio que las únicas varia -- bles que están potencialmente sujetas a control, para incre -- mentar la sensibilidad de la medida en una aplicación con -- creta, son la eficiencia y la actividad total, o sea, a di -- ferencia del conteo por centelleo estático, las activida -- des o las eficiencias bajas no se pueden compensar median -- te alargamientos del tiempo de conteo. Así pues, los es -- fuerzos deben dirigirse de un modo primordial a obtener -- eficiencias altas y un nivel de fondo lo mas bajo posible.

El efecto del nivel de fondo sobre la exactitud del conta -- je puede deducirse a partir de la siguiente ecuación:

$$R = \frac{100(C_T + Bt)^{1/2}}{C_s}$$

donde R es el error de conteo standard (%), C_T es el conta -- je total, B es el nivel de fondo (cpm), t es el tiempo -- en minutos que necesita la muestra radiactiva para pasar -- completamente a través de la célula, y C_s es el conteo ne -- to de la muestra (C_T - B.t).

Diseño de la célula

Los principales factores que han de ser considerados en la construcción de una célula son el volumen de fluido, la ra -- zón superficie/volumen, características de la cámara de --

flujo, material de construcción y características del flúor.

Como ya hemos dicho, el volumen de la célula queda en gran parte determinado por las necesidades del sistema cromatográfico. Para conseguir la mayor sensibilidad, debería ser igual al mayor incremento de volumen compatible con la solución deseada. Como a menudo es conveniente realizar - - otros análisis, además del de radiactividad, en la columna de flujo debe estudiarse cuidadosamente la forma de la célula, a fin de no introducir errores importantes.

En una célula en la que el líquido fluya por los espacios existentes entre las partículas sólidas del flúor, los fotones liberados salen de la célula atravesando las partículas de centelleador (si son transparentes) o reflejándose en ellas (si son opacas), hasta que alcanzan el exterior. Como cada paso a través de una partícula o cada reflexión en una interfase tiene como consecuencia una pérdida de energía, es menester buscar la configuración precisa para que el promedio de caminos recorridos en el volumen activo de la célula sea mínimo. Esto significa una razón superficie/volumen máxima. En la práctica, esta consideración es de la mayor importancia con el tritio, que tiene una energía muy baja, pero es menos importante con el C-14, cuya energía es mayor. Si la adición de flúor se efectúa sobre las paredes de la célula (véase mas adelante) se necesita también una razón de superficie a volumen grande, para minimizar la distancia que debe atravesar una partícula beta hasta alcanzar el flúor.

Han sido estudiados dos tipos de célula. En uno de ellos, la célula se construye de un material plástico al que se mezcla el flúor antes de la polimerización. La primera célula diseñada de este tipo consistía en un canal poco profundo (de 0,3 mm), empotrado en espiral alrededor de un bloque de plástico, que era después cubierto con láminas de centelleador plástico. Para el C-14 se obtenía una eficiencia de un 5%. El centelleador plástico puede usarse también en forma de entubado, en un espiral de entubado. En una espiral con un taladro de 0,6 mm, el C-14 en disolución acuosa dió eficiencia de 5,7%. Las células de este tipo son recomendables sobre todo para isótopos de energía relativamente alta (tales como sodio 22, o fósforo 32), o para gases cuya absorción por el medio es mucho menor. Tienden también a tener un nivel de fondo muy alto, pues debe usarse una cantidad relativamente grande de plástico en la fabricación de la célula para dar una razón superficie/volumen suficientemente alta, y además tener una resistencia mecánica considerable.

Otra solución mas práctica es que la célula contenga el flúor sólido finamente dividido. De los materiales hasta ahora estudiados, el antraceno parece ser el mejor para esta aplicación. En condiciones ideales, se puede obtener una eficiencia de hasta un 50% para el C-14. El tritio muestra una eficiencia que oscila dentro del intervalo de 1-3%. Las células de este tipo están construídas con materiales inertes de fondo muy bajo, y gran transparencia a la luz: Ejemplos típicos son algunos de los plásticos comunes, el vidrio y el cuarzo.

El flúor en la célula debe estar finamente dividido para minimizar la distancia que una partícula beta debe recorrer a través de la disolución hasta alcanzarlo. En teoría, este factor debe ser compensado con el hecho de que cuanto mas corto sea el camino medio libre, mayor será el número de reflexiones (y mayor la pérdida de energía), antes de que el fotón salga de la célula.

El material pulverizado puede así mismo introducir retrocesos, que son indeseables. Un material muy apropiado una vez considerados estos puntos de vista, es el antraceno cristalino si se coloca en la célula de modo conveniente: Es insoluble en disolventes acuosos; tiene una buena intensidad de pulsación y un espectro de fluorescencia que está entre los de máxima sensibilidad de los tubos fotomultiplicadores usados en los contadores de centelleo.

La célula de flujo debe igualmente estar diseñada según las conveniencias de uso. Para los laboratorios en los que sólo haya necesidad del conteo por flujo de una manera ocasional, es conveniente un tipo de célula que pueda introducirse fácilmente en los contadores corrientes, sin necesidad de modificaciones.

Procedimiento de conteo

Cuando la célula y el equipo de conteo comienzan a trabajar por primera vez, es preciso determinar las condiciones óptimas de funcionamiento. Para ello se llena la célula con una disolución del isótopo a investigar, se coloca en el contador y se determina por el procedimiento corriente el voltaje del tubo fotomultiplicador y las puestas del discriminador que den la máxima precisión (conteo máximo/razón de fondo). Si se desea, puede emplearse en muchos casos el conteo integral, con sólo un pequeño error debido al nivel de fondo, que es un poco mas alto. Este tiene la ventaja de que permite que dos o mas isótopos sean contados por un sólo canal. Por el método de conteo integral, el nivel del discriminador superior se pone a infinito, y ambos tubos fotomultiplicadores trabajan con altas tensiones (unos 1.500 v.).

Una vez elegidas las mejores condiciones, se conecta la entrada de la célula a la columna cromatográfica, mediante un sistema de tubos apropiados, teniendo cuidado de que no entre aire en el sistema. La salida de la célula puede conectarse a un colector o a otro instrumento que efectúe otras mediciones analíticas, según las necesidades del experimento. El equipo accesorio seleccionado para la obtención de datos se pone en funcionamiento, y el conteo se realiza de modo automático sin que haya que prestarle atención alguna.

Presentación de datos

En el caso mas simple, el investigador quiere controlar la actividad de un solo isótopo en el flujo cromatográfico. Además de la célula de flujo, en un contador standard de centelleo, el equipo mínimo necesario es un contador y registrador de coeficientes, aparatos que ya se pueden conseguir en la mayor parte de los laboratorios de conteo. Este equipo proporciona un registro continuo de acti-

vidad que puede hacerse corresponder con los datos de concentración obtenidos por un método analítico, para identificar la fuente de radiactividad. Midiendo el área encerrada bajo un pico radiactivo, puede obtenerse una aproximación cuantitativa razonablemente buena. La actividad absoluta (A), puede ser obtenida de un modo fácil, incluyendo un standard, en el flujo, para dar un valor combinación de $\frac{VE}{v}$ y una constante que relaciona el área con el número de datos. Nótese que esta constante será en general distinta para cada célula y puede cambiar al limpiar o reparar la célula.

También se puede emplear para obtener una mayor precisión un medidor de escalas de tiempos y un impresor. El medidor de tiempos se gradúa para un tiempo que se toma de acuerdo con el procedimiento cromatográfico en particular y la solución que se desee. Al final de cada intervalo se escriben automáticamente los datos recogidos en una cinta y el contador de escalas se gradúa para acumular los datos del intervalo siguiente. Es muy conveniente usar un método que escriba los datos y gradúe el aparato en un tiempo corto con relación al intervalo elegido, para evitar la pérdida de un considerable número de datos. La actividad total se obtiene simplemente por la suma de datos en cada pico radiactivo, y restando el fondo calculado para una región adyacente, que esté libre de datos muestrales.

Usando combinadamente los aparatos antes descritos, puede obtenerse una datación numérica fácil de leer, impresa y registrada de un modo visible.

Esto se lleva a cabo, ya de hecho, aprovechando que la mayor parte de los contadores de centelleo tienen, al menos dos canales de conteo.

Es también posible medir dos o mas isótopos en el mismo pico radiactivo mediante el empleo de dos o mas canales de conteo, con discriminadores apropiados, según el método habitual. Para esta aplicación, tiene una gran importancia el uso combinado de los aparatos a que antes hemos aludido (usando un contador de escalas para cada canal de conteo).

Exactitud y sensibilidad

Como dijimos antes, el conteo de flujo se diferencia del conteo estático en que, en el primero, el tiempo tendrá que ser determinado según las necesidades del sistema cromatográfico. Por ejemplo, en un sistema tipo en el que el coeficiente de flujo es de 0,5 ml por minuto, el volumen de la célula que se destina al líquido es de 2 ml. y la muestra radiactiva tarda 20 min. en atravesar la célula. Con las fórmulas:

$$C_s = A \frac{V E}{100 v} \quad Y = \frac{100 (C_T + B.t)^{1/2}}{C_s}$$

puede calcularse, para el C-14 un coeficiente de conteo de 650 datos por minuto, con un error standard de conteo

de un 5%, en un sistema que tenga un 30% de eficiencia y 20 datos por minuto de nivel de fondo. En este ejemplo, y en otros que el lector puede efectuar por sí mismo, puede verse que es posible obtener una sensibilidad notable, en la mayor parte de los casos.

Aún cuando el tritio se detecta con eficiencias de 1-3%, es conveniente observar que muchos compuestos biológicos de tritio se obtienen a un costo mucho menor y con actividad específica mucho mas alta que los correspondientes compuestos con C-14. Por tanto, es un procedimiento a considerar en aquellos casos en que el tritio, por razones experimentales sea mas apropiada. La mayor parte de los isótopos restantes que se usan en estos estudios tienen energías mas altas que el C-14, y pueden contarse sin dificultades en corrientes de flujo.

Además de las consideraciones estadísticas y de los factores de pérdida en los aparatos, la precisión obtenida en un sistema de flujo dependerá de la precisión con que se conozca el coeficiente de flujo. Si dicho coeficiente no es fácilmente medible, a menudo puede incluirse en el proceso un control interno que consiste en una cantidad conocida de actividad inserta en la corriente de flujo, y separada de las otras regiones activas. Es muy recomendable el llevar a cabo esta práctica, siempre que sea posible, como medida de comprobación.

Aplicaciones

El uso de sistemas cromatográficos con soluciones acuosas tal como aquí ha sido descrito, no parece tener contraindicaciones, siempre que las condiciones de la célula sean apropiadas. Como lista de posibles sujetos de aplicación podemos citar: Los ácidos nucleicos, la purina y las bases pirimídicas, las proteínas, los péptidos, los aminoácidos, y también una gran cantidad de compuestos inorgánicos. Además del C-14 y del tritio, se han ensayado otros isótopos en sistemas de dos fases, tales como el S-35 y Na-22, el P-32, el Ca-45, el I-131, etc.

Una aplicación importante que ha sido estudiada con detalle es el conteo de centelleo sincronizado con un analizador automático de aminoácidos. Este aparato emplea una columna cambiadora de iones, que describe 20 o mas aminoácidos, y analiza el flujo de un modo continuo. La concentración de aminoácidos queda reseñada en una ficha de control. Si además se introduce en el sistema una célula de flujo, es fácil determinar la radiactividad de alguno o de todos los aminoácidos de la muestra, sin afectar para nada al resto del proceso. Es posible, incluso, reseñar la radiactividad en la misma ficha en que obtenemos la concentración de aminoácidos, lo que permite una identificación inmediata de las muestras.

Los resultados obtenidos en este estudio, referidos al C-14 son: Eficiencia de un 38% y un nivel de fondo de 18 datos por minuto, o bien eficiencia de 27% con un nivel de fondo de 7 datos por minuto.

- 133 -

En la actualidad se usan y se estudian nuevas aplicaciones. Parece seguro que este método de conteo ocupará un lugar destacado en todos los laboratorios que ya tienen en uso métodos cromatográficos.

1.8. Paleontología

1.8.1. Historia de las excavaciones

Cuando en 1964 aparecieron las Galerías Nuevas tras superar el en las exploraciones caos de bloques del final del Segundo Piso, se pudo comprobar que a lo largo de toda la galería había numerosos restos, los cuales constituían una verdadera acumulación superficial en las galerías laterales. Todos los restos que se sacaron en diversas ocasiones fueron clasificados como *Ursus spelaeus* Rosenm.

Los Sres. Uta Mueller y Félix Moreno Sorli, extrajeron dos cráneos bastante completos a los que le faltaban los arcos cigomáticos. Ambos cráneos se encontraban muy cerca de la superficie. Ambos han sido medidos y figuran con los números C-3 y C-9. El numerado C-3 se encuentra en la colección del Museo Nacional de Geología del Instituto Geológico y Minero de España.

En 1967 en las exploraciones conjuntas del Grupo Espeleológico Querneto y del Grupo Espeleológico de Minas, miembros pertenecientes al primero de ambos grupos, encontraron en el gour situado en el fondo de un pozo y sumergido en agua, varios cráneos completos que luego resultaron ser de *Capra ibex*.

Se organizó una campaña de excavación conjunta, en la cual con la sola vista del plano de la cavidad (Fig. 62-1 (N.O.-16)) puede apreciarse las grandes dificultades que se encontraron para transportar el material de excavación al yacimiento.

Como es fácil de imaginar, la excavación en las condiciones peculiares en que se desarrolló, dió lugar a una amplia gama de hechos pintorescos.

Al tener que desplazar el material por todo el Segundo Piso, en el que en gran parte hay que ir agachado, se diseñó una especie de trineo con fondo de plancha de cinc que se hacía deslizar, mediante tracción humana, por la arena que recubre esta zona de la cavidad. Este arrastre, dejó unas huellas un tanto extrañas en el terreno y hubo un "científico" que se permitió ciertas elucubraciones, afortunadamente solo orales, acerca del origen "hipogeo" de estas formas erosivas.

Como los restos encontrados estaban totalmente sumergidos por agua, se tuvo que drenar la zona. Después de ensayar sistemas complicados, se recurrió al método artesano de cubo y cuerda, con lo que en pocas horas se eliminó el problema.

Todo el conjunto del yacimiento, al encontrarse en el fondo de un gour, estaba fortísimamente cementado, aunque, afortunadamente, los depósitos de carbonato eran poco potentes y, aunque recubrían y fijaban al fondo los restos, no los englobaban.

Por ello, la extracción fue relativamente sencilla, pero por estar todos los huesos unidos por la caliza estalagmítica, al manejar el martillo y el cincel (ésta era la única forma de sacarlos) todo el conjunto se agrietaba y fragmentaba posteriormente.

- Fig. EP-29 (N.O.-258) $M_2 (L_1/d_1)$
Fig. EP-30 (N.O.-259) $M_2 (X_5)$
Fig. EP-31 (N.O.-260) $M_2 (L/d_2)$
Fig. EP-32 (N.O.-261) $M_2 (\Sigma X)$
Fig. EP-33 (N.O.-262) $M_2 (2L/X_1 + X_4)$
Fig. EP-34 (N.O.-263) $M_2 (X_3)$
Fig. EP-35 (N.O.-264) $M_2 (\Sigma X/X_1 + X_2)$

Podemos, pues, concluir:

El *Ursus spelaeus* Rosemn, de la Cueva del Reguerillo es un oso de gran talla.

Los cráneos presentan un fuerte y marcado dimorfismo referido a sus dimensiones longitudinales. Este dimorfismo posiblemente sea de carácter sexual: dentro del grupo de cráneos grandes, hay una fuerte variabilidad individual de las dimensiones transversales y del ángulo incisival.

La dentición, referida a la longitud de la serie o a las dimensiones en particular de cada diente, cabe incluirla entre la dentición de mayor tamaño, aunque se aleja significativamente de los valores máximos atribuidos para esta especie.

La distribución bimodal, apreciable muy claramente en numerosas histogramas, cabe atribuirla, al igual que hicimos con los cráneos, a una diferencia de carácter sexual, aunque la cantidad limitada de mediciones nos impide llegar a decisiones concluyentes al respecto.

1.8.7. Palinología

Con el fin de averiguar si en los sedimentos de la excavación de 1972 y en los sedimentos fluviales del Primer Piso podían existir pólenes fósiles que pudiesen darnos alguna indicación sobre la edad de los sedimentos o sobre las características del clima y de la flora, se recogieron doce muestras para estudio palinológico.

Estas muestras fueron trituradas, filtradas, levigadas y, por su alto contenido en sílice, tratadas con ácido fluorhídrico en caliente, obteniéndose unos resultados realmente desesperanzadores, ya que no se encontró el menor vestigio orgánico, no solo la falta de pólenes.

Estos estudios fueron realizados por la Doctora Josefina Menéndez Amor, del Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas, de la Universidad Complutense.

Posteriormente ensayamos un sistema de flotación de pólenes en columna de vidrio con fondo poroso por el que se hacía burbujear nitrógeno, empleando un alcohol complejo como agente espumante, en un intento de evitar los posibles efectos perniciosos de la sosa y el ácido fluorhídrico empleados en los procesos normales. Los resultados fueron nuevamente nulos. No obstante, en el suelo de la cavidad, concretamente en la zona excavada en 1972, existe cierto contenido de materia orgánica. Un tres por ciento, de acuerdo con las determinaciones realizadas en la Escuela -

TABLA DEL M_1

INDICE	D			X_3			L			X_2			X_4			ΣX			X_1/D			X_3/D			X_1/X_3			L/D		
nº de datos	41			27			40			28			27			26			26			26			23			36		
Amplitud	1,0			1,0			1,0			1,0			1,0			1,0			0,03			0,06			0,1			0,05		
Frecuencia por Intervalo	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p
	10-	1	.024	5-	7	.259	27-	4	.100	12-	8	.285	7-	2	.074	35-	2	.076	053-	2	.076	035-	3	.115	11-	2	.086	190-	3	.083
	11-	1	.024	6-	13	.481	28-	11	.275	13-	11	.392	8-	7	.259	36-	3	.115	056-	0	.000	041-	8	.307	12-	4	.173	195-	3	.083
	12-	2	.048	7-	5	.185	29-	8	.200	14-	8	.285	9-	10	.370	37-	6	.230	059-	4	.153	047-	8	.307	13-	4	.173	200-	6	.166
	13-	19	.463	8-	2	.074	30-	8	.200	15-	1	.035	10-	8	.296	38-	3	.115	062-	8	.307	053-	5	.192	14-	8	.347	205-	4	.111
	14-	9	.219	—	—	—	31-	6	.150	—	—	—	—	—	—	39-	4	.153	065-	4	.153	059-	2	.076	15-	3	.130	210-	11	.305
	15-	9	.219	—	—	—	32-	2	.050	—	—	—	—	—	—	40-	2	.076	068-	5	.192	—	—	—	16-	2	.086	215-	6	.166
	—	—	—	—	—	—	33-	1	.025	—	—	—	—	—	—	41-	4	.153	071-	3	.115	—	—	—	—	—	—	220-	1	.027
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42-	1	.038	—	—	—	—	—	—	—	—	—	225-	1	.027
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43-	1	.038	—	—	—	—	—	—	—	—	—	230-	1	.027
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$V_{\min} V_{\max}$	16,0—10,8			8,6—5,5			33,7—27,2			15,2—12,4			10,6—7,2			43,7—35,4			0,72—0,53			0,63—0,38			1,70—1,16			2,33—1,96		
Recorrido	5,2			3,1			6,5			2,8			3,4			8,3			0,19			0,25			0,54			0,37		
Promedio	14,03			6,64			29,88			13,61			9,35			38,85			0,645			0,478			1,408			2,104		
D. Media	$0,458 \times 10^{-4}$			$0,593 \times 10^{-5}$			$0,755 \times 10^{-4}$			$0,334 \times 10^{-4}$			$0,628 \times 10^{-5}$			$0,710 \times 10^{-4}$			$0,125 \times 10^{-5}$			$0,456 \times 10^{-6}$			$0,331 \times 10^{-5}$			$0,760 \times 10^{-5}$		
D. Standard	1,079			0,5007			2,242			0,615			0,695			4,362			0,00222			0,0045			0,0187			0,0074		
Variabilidad	7,688			7,537			7,502			4,521			7,433			11,226			0,344			0,940			1,330			0,354		

TABLA DEL M_2

INDICE	L			d_1			d_2			X_3			X_5		
nº de datos	35			31			28			19			18		
Amplitud	1,0			1,0			0,5			0,5			0,5		
Frecuencia por Intervalo	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p
	27-	3	.085	16-	16	.516	16,5-	4	.142	11,0-	1	.052	16,0-	1	.055
	28-	4	.114	17-	7	.225	17,0-	2	.071	11,5-	6	.315	16,5-	1	.055
	29-	11	.314	18-	7	.225	17,5-	6	.213	12,0-	6	.315	17,0-	2	.111
	30-	10	.285	19-	1	.032	18,0-	4	.142	12,5-	5	.263	17,5-	4	.222
	31-	5	.142	—	—	—	18,5-	4	.142	13,0-	1	.052	18,0-	4	.222
	32-	2	.057	—	—	—	19,0-	8	.285	—	—	—	18,5-	2	.111
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19,0-	1	.055
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19,5-	2	.111
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20,0-	1	.055
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vmin-Vmax	32,2-27,0			19,1-16,1			19,4-16,9			13,1-11,1			20,3-16,5		
Recorrido	5,2			3,0			2,5			2,0			3,8		
Promedio	29,87			17,29			18,21			12,27			18,23		
D.Media	$0,741 \times 10^{-4}$			$0,674 \times 10^{-4}$			$0,828 \times 10^{-4}$			$0,642 \times 10^{-5}$			$0,441 \times 10^{-4}$		
D Standard	1,546			0,907			0,708			0,250			1,053		
Variabilidad	5,175			5,246			3,889			2,039			5,776		

L/d ₂			Σ x			2L/x ₂ x ₄			x ₁ /d ₁			x ₃ /d ₂			L/d ₁			Σ x/x ₁ x ₂		
27			18			18			20			18			31			18		
0,05			2,0			0,1			0,03			0,02			0,05			0,05		
I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p
150-	1	.037	57-	2	.111	24-	4	.235	0,55-	2	.100	0,60-	2	.111	1,60-	4	.142	2,45-	1	.055
155-	4	.148	59-	3	.166	25-	1	.058	0,58-	5	.250	0,62-	0	.000	1,65-	5	.178	2,50-	2	.111
160-	8	.296	61-	3	.166	26-	2	.117	0,61-	6	.300	0,64-	1	.055	1,70-	7	.250	2,55-	3	.166
165-	7	.259	63-	3	.166	27-	6	.351	0,64-	3	.150	0,66-	3	.166	1,75-	4	.142	2,60-	4	.222
170-	5	.185	65-	5	.277	28-	1	.058	0,67-	4	.200	0,68-	7	.388	1,80-	5	.178	2,65-	2	.111
175-	2	.074	67-	1	.055	29-	1	.058	—	—	—	0,70-	4	.222	1,85-	2	.071	2,70-	4	.222
—	—	—	69-	1	.055	30-	1	.058	—	—	—	0,72-	1	.055	1,90-	1	.032	2,75-	2	.111
—	—	—	—	—	—	31-	0	.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	32-	1	.058	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,77-1,53			69,5-57,8			3,20-2,41			0,69-0,56			0,72--0,60			1,92-1,60			2,75-2,47		
0,24			11,7			0,79			0,13			0,12			0,32			0,28		
1,651			63,43			2,698			0,621			0,676			1,574			2,632		
0,498x10 ⁵			0,932x10 ⁻⁴			0,529x10 ⁵			0,423x10 ⁻⁶			0,586x10 ⁶			0,363x10 ⁻⁵			0,630x10 ⁻⁵		
0,0033			10,16			0,0483			0,0015			0,0011			0,271			0,0068		
0,200			16,015			1,789			0,254			0,167			17,255			0,258		

PIEZA	M^2						M^1						P^3					
Magnitud.	L			A			L			A			L			A		
Nº de piezas.	41			49			43			41			24			25		
amplitud	1mm.			1mm.			1mm.			1mm.			1mm.			1mm.		
Frecuencia por Intervalo	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p	I	n	p
	38-	1	.024	19-	2	0.04	25-	3	.071	17-	2	.048	16-	1	.041	11-	1	.04
	39-	1	.024	20-	5	0.102	26-	3	.071	18-	4	.096	17-	1	.041	12-	3	.12
	40-	1	.024	21-	8	0.163	27-	4	.095	19-	8	.192	18-	3	.125	13-	13	.52
	41-	2	.048	22-	23	0.469	28-	9	.214	20-	10	.24	19-	9	.375	14-	5	.20
	42-	4	.096	23-	6	0.122	29-	10	.238	21-	16	.384	20-	5	.208	15-	3	.12
	43-	7	.168	24-	4	0.081	30-	11	.261	22-	1	.024	21-	5	.208	—	—	—
	44-	5	.12	25-	1	0.02	31-	3	.071	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	45-	10	.24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	46-	5	.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	47-	3	.072	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	48-	2	.048	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	41	—	—	49	—	—	43	—	—	41	—	—	24	—	—	25	—
Vmin _Vmax	49 — 38.4			25,5 — 19,5			32.0 — 25,1			22,3 — 17,8			22,0 — 17,0			15,4 — 11,4		
Recorrido	10,6			6,0			6,9			4,5			5,0			4,0		
PROMEDIO	44.56			22,44			29,11			20,55			19,90			13,82		
D. Media	0.021			0.044			0,176			0.0512			0,0083			0,024		
D. Standard	5.16			1,47			2,48			1,39			1,63			0,92		
Variabilidad	11,5			6,5			8,5			6,9			8,2			6,6		

Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Por lo tanto, - ha de pensarse que la intensa acción oxidante de estas arcillas ha sido la causante de la destrucción de los pólenes que muy posiblemente debían de existir, procedentes de las defecaciones de los osos, los cuales tenían un régimen alimenticio frugívoro.

1.8.8. Cronología del yacimiento

Parece bastante probable, aunque no se ha expresado así - en el apartado dedicado al origen del yacimiento actual, que los osos de la caverna se instalasen en la cavidad - con posterioridad a la habitación temporal de la misma - por una tribu cazadora, según se deduce del análisis de la distribución de los restos de *Capra ibex* en el yacimiento, excavado en 1.972.

El *Ursus spelaeus* cronológicamente aparece casi siempre - en el Wurm, sin una distribución preferente dentro de la cronología de este período frío del Cuaternario Superior. Se ha citado en algunas localidades de edad risiense, - p.e., en Mosbach (Alemania), aún cuando es posible, dada la antigüedad de la cita, que se trate de la clasificación deficiente de restos del *Ursus denigerii*.

La mayoría de los autores coinciden, pues, (THENIUS, - ARAMBOURG), en darle una edad wurmiense.

La *Crocota spelaea*, Goldsfuss es, en general, ubicada dentro de la cronología cuaternaria aunque suele situarse en el Pleistoceno superior. La forma *perrieri* es su antecesor inmediato en el Pleistoceno inferior.

El *Cervus elephas*, Linn en general no posee una cronología determinada, ya que se encuentra desde el Pleistoceno inferior a la actualidad, si bien las formas ancestrales son notablemente mas grandes.

La *Capra ibex*, solo se ha dado de edad ante wurmiense en dos yacimientos, entre ellos la cueva de Lazaret (Francia) junto con industria achelense, pero en el resto de los yacimientos arqueológicos en que aparece citada, tiene una clara edad wurmiense:

En Francia, que es donde mejor se han estudiado las estratigrafías de los yacimientos del paleolítico, la *Capra ibex* va asociada a:

Musteriense.- Poco abundante.
Auriñaciense.- Muy abundante
Perigordienso.- Frecuente
Protomagdalenienso.- Frecuente
Solutrenso.- Frecuente
Magdalenienso.- Frecuente

Puede comprobarse que en los estratos donde aparece con mayor frecuencia y abundancia son en los de edad auriñaciense. En general, con edades que van del Wurm II al Wurm III, por lo tanto, admitiendo un ligero desfase en las sucesivas llegadas de fauna, puede pensarse que la *Capra ibex* en España tiene una edad Wurm II + Wurm III.

Como la base de las estalagmitas datadas por Carbono-14 tiene una edad superior a los veinte mil años, y las esta-

lagmitas han crecido encima del yacimiento.

Podemos admitir para el yacimiento una edad Wurm II - Wurm III antes de -20.000.

1.8.9. Origen del yacimiento actual

La localización actual de los huesos extraídos en la excavación del año 1972 obedece a un arrastre fluvial, aunque siempre referido al interior de la cavidad y con un desplazamiento relativamente corto.

Durante el período de habitación de la cavidad por los osos, hemos de suponer que ésta estaba inactiva, por lo tanto, los restos, ya sea de su comida o los suyos propios al morir, quedarían acumulados en aquellas galerías que habitualmente les servían de habitación, siendo ilógico pensar su entrada en sitios donde el acceso es realmente difícil. Estos sitios de entrada estrecha se sitúan siempre a un nivel inferior de la galería principal, que es donde únicamente se presentan las huellas de las garras de estos animales en las paredes, Fig. EP-8 (N.O.-265) e incluso marcas en la arcilla del suelo, Fig. EP-19 (N.O.-266).

Posteriormente a su muerte, parece existir una cierta reactivación de la cavidad, en el sentido de que pasa a almacenar agua, aunque se trata de aguas de escaso movimiento y que al saturarse de carbonato cálcico dejaron una marca de nivel de ocupación en las paredes de la Galería Principal, Fig. 62-12 (N.O.-27), y simultáneamente producen el crecimiento de arborescencias orientadas en sentido al flujo en las estalagmitas situadas detrás del órgano.

Lentamente se produce un suave arrastre de los materiales desde la Galería Principal a las laterales que se colmatan con huesos y arcilla de descalcificación, por esto los cráneos, pese a su fragilidad relativa no se deterioran en demasía, aunque ocasionalmente pierdan los dientes, y todo el depósito aparece como un amasijo desordenado de huesos, donde excepto dos cráneos, ninguno de los demás conservan los maxilares inferiores.

Se trata, pues, de un yacimiento alóctono, donde no se observa ordenación alguna y donde todo el material paleontológico procede de la Galería Principal. Aunque su velocidad de flujo es lo bastante pequeña como para no eliminar las huellas de las zarpas de los osos en la arcilla de las paredes, tan sólo las recubre con carbonato.

Pasemos ahora a analizar el yacimiento paleontológico excavado en el año 1966, Fig. EP-1 (N.O.-135) y Fig. EP-2 (N.O.-136). En él se han encontrado únicamente restos de Capra ibex y al contrario que en el otro yacimiento, gran parte de los restos se encontraban perfectamente ordenados es decir, conservaban su orden anatómico, levemente modificado por la pérdida de coherencia al descomponerse los tejidos.

Tan sólo se encontraban muy deteriorados y desordenados unos restos también de Capra ibex que identificamos como mas antiguos.

El actual yacimiento se encuentra situado por debajo del nivel actual de la Galería Principal, mas o menos al mismo

nivel que el yacimiento de Ursus spelaeus.

La barra de caliza estalagmítica que separa el yacimiento de una galería que comunica con la principal, es evidentemente moderna y está producida por las mismas aguas incrustantes que al crear un "gour" han recubierto y cementado todos los restos de Capra ibex.

El Organo, hemos visto que es anterior al arrastre de los huesos de oso de las cavernas a la galería lateral, podemos, pues, suponer que el pocillo que actualmente sirve de acceso al yacimiento en cuestión, con su alto brocal de colada estalagmítica ha servido de barrera a las aguas que inundaron la Galería Principal, de aquí que hacia esta zona no hayan venido aportes de arcilla de descalcificación ni tampoco restos alóctonos. Se trata, pues, del único vestigio paleontológico encontrado "in situ". No cabe suponer una llegada accidental de los restos, ya que se trata de un fondo de saco en una galería subsidiaria de la Principal y del fondo de un pozo que sale de la galería principal.

Debido a su poca altura de bóveda, medio metro, tampoco podemos hablar de que los animales se hayan desplazado por sí mismos, ya que en posición normal no caben, por otro lado, el yacimiento dista lo suficiente de la entrada actual que estará algo mas cerca del yacimiento que la primitiva como para que ningún animal de este tipo se aventurase en la oscuridad total. Sólo, pues, puede admitirse la hipótesis de que se trate de animales transportados una vez muertos.

Por otro lado, ya hemos visto en el apartado dedicado a dataciones absolutas, que al intentar datar estos huesos por medio del Carbono 14, previamente eliminada la concreción caliza que la envolvía y se situaba en huecos, por tanto, se eliminaron para la datación los huesos porosos y sólo se tomaron zonas limpias sin calcita, recibimos la gran sorpresa de que la datación se proyectaba al futuro, es decir, que aplicando la ecuación que nos permite el cálculo de la edad resultaban pertenecer al año 2.200 d.J.C., dando una mayor actividad que el patrón de ácido oxálico. Esto indica que las concreciones son muy recientes, y, por tanto, no significativas, ya que se han producido, al menos en parte, después de las explosiones nucleares atmosféricas, las cuales rompieron el equilibrio radiactivo del Carbono

Hemos planteado ya la cuestión de que la presencia de los restos de Capra se debe a un transporte y aparecen dos posibilidades: Transporte humano o transporte animal.

Bajo la consideración de un transporte humano, se pueden hacer varias consideraciones favorables a esta hipótesis:

En el Primer Piso de la Cueva del Reguerillo, Maura identifica en los grabados aurinañenses, Fig. PD-83 (N.O.-257) varias siluetas de Capra ibex, si los calcos son correctos la identificación es indudable.

Por otro lado, uno de los cráneos de animal adulto encontrados, Fig. PD-74 (N.O.-149), Fig. PD-85 (N.O.-150), Fig.

PD-76 (N.O.-151), Fig. PD-77 (N.O.-152), muestra unos des trozos tremendos, entre los que cabe citar: una total ro- tura de frontal, una perforación en el parietal derecho y la rotura de los cuernos por su base. Todo esto resulta - difícil de admitir como la acción de un animal, hace mas bien pensar en una acción humana.

Existe además una cintura escapular, Fig. FP-11 (N.O.-268) claramente visible en el margen derecho de la Fig. EP-1 - (N.O.-135) que presenta una curiosa perforación, que po- dría intentar identificarse como producida por algún tipo de arma. Casi todas las escápulas de Capra encontradas en estratos del Paleolítico, sobre todo de edad auriniaciense, llevan perforaciones similares.

Por otro lado, el Ursus spelaeus, por su estructura denta ria, ha sido dado siempre como un animal vegetariano, de- bido al intenso desgaste observado en los molares de ani- males muy viejos, al gran desarrollo de la tubercular pos terior, a las cúspides rebajadas de las carniceras y a la frecuente falta de los premolares, y el único carnívoros - que ha habitado la cavidad, la Crocota spelaea tenía, co- mo actualmente tienen los animales de este género, hábi- tos carroñeros, todo lo mas eran cazadores en épocas de - cría donde podía apoderarse con facilidad de animales re- cien nacidos, pero nunca pudo atacar a los dos magníficos machos adultos que han aparecido en la excavación.

El lince, se ha encontrado en otra zona de la cavidad y, por su estado de conservación general, cabe pensar que es mucho mas moderno.

En cuanto a la posible hipótesis de que sea el oso de las cavernas el cazador, sin considerar la dificultad de - transporte que encontraría, para llevar cuerpos volumino- sos a su actual localización. Podría pensarse en que este animal pudo llevar un régimen omnívoro de alimentación al igual que ocurre con los osos pardos en la actualidad, - con lo cual la presencia de la hiena de las cavernas que- daría explicada como un comensalismo, lo cual es habitual en estos animales.

Finalmente, podemos decir que el único argumento que esta última hipótesis tiene a su favor es la evidente mezcla - de restos de cabra montesa y de oso de las cavernas que - existe.

Extraña notablemente la especialización que existe en el yacimiento, referida a animales herbívoros. Aclaremos es- te tema: la presencia del oso y la hiena de las cavernas es normal, dado que éste es su habitat natural. No ocurre así con la cabra montesa, la cual evidentemente ha sido - trasladada y es animal dominante en tanto por ciento tras el oso de las cavernas, hay sólo un molar de cérvido que representa un 0,27% en mas de tres mil huesos. Aparece, - pues, una contradicción, ya que para un animal cazador de- ben de existir especies mas aseguibles.

Podemos, pues, admitir la teoría de que estos restos han llegado a la cavidad en momentos distintos, en períodos - cronológicos distintos. Por otro lado, cabe también pen- sar que pudo producirse una ocupación alternante de la ca-

vidad por hombres y animales, es decir, que en otoño-invierno los osos empleasen la cavidad para su hibernación y que en las épocas restantes del año en las que los osos viven al aire libre, la cavidad fuese provisionalmente ocupada por una tribu cazadora, esto explicaría satisfactoriamente la mezcla de restos, producida por los propios osos al volver a ocupar la cavidad en el período de hibernación siguiente. La cavidad ha sido habitada por una colonia de osos y posteriormente por una tribu de cazadores, auriñaciense o no. Los restos inicialmente estarían estratificados o incluso en zonas separados, tal y como ocurre en la parte excavada en 1969. Posteriormente, al inundarse la cavidad, ha habido un transporte de los restos y una mezcla durante este proceso, lo que produce la distribución actual. En las zonas donde no se ha producido este transporte, los restos permanecen perfectamente ordenados y sin mezclar.

En muchos yacimientos paleolíticos se ha observado una notable especialización en las costumbres cazadoras. Recuérdese el "magma de cheval", de algunas cuevas con tribus cazadoras de paleolítico medio, que sólo se dedicaban a la caza de caballos.

B I B L I O G R A F I A

- BAXTER/SENNONER.- Liquid scintillation counting aminoacids en paper using trinitro banrone 1 sulfonio asid and a modified combustion apparatus (en microfilm). Anal. Biochemistry 7 (1964).
- BECKMAN CIRCULAR.- Conversion of tritium and C-14 to gas for liquid scintillation counting.
- BERNARD A.J., LAGNY Ph, LELEY M.G.- A propos du role metallogenetique du karst.
- BERNARD, A.J.- Metallogenic processes of intrakarstic sedimentation. Econ. Geology Vol. 61 - 1966 pág. 537-591
- BLAS, L.- Agenda del químico. 1 vol. 1198 págs. - 1954.
- BONTE, A.- Les remplissages karstiques. Sedimentology 2. 1963. 333-340.
- CANADA, F.- Yacimientos minerales de hierro de S. Menara. Bol. Geol. y Min. T. LXXXIII-II - 1972. págs. 69-74.
- CHARLOT G.- Teoría y métodos nuevos sobre la corrosión del karst y su repercusión en la dinámica kárstica. Bol. Geol. y Min. - T-LXXXII. 1969.
- CHARLOT, G.- Teoría y métodos nuevos de la química analítica cualitativa. 1954.
- CERCRAN-BUCHANAN.- Shealed tube combustion for the determination of C-14 and total carbon (en microfilm) Anal. Chemistry 31 (1959).
- COMBES. P.J.- Dissolution karstique sous couche bauxitique. C.R.S. Sceances Soc. Geol. France 1960. Pág. 177-78.
- COUTURIER M.- Le bouquetin des Alpes. Grenoble 1962.
- CORBEL J.- Karsts des zones tropicales humides (Inédito).
- CORBEL, J.- L'erosion terrestre, etude cuantitative, methodes, techniques, resultats. Ann. - Geographie N°398-LXXIII année Jul. Ag. - 1964.
- CORBEL J. Erosion en terrain calcaire. Ann. de Geog. N°366 pág. 97-120. 1959.
- CROSPY-CHATTERS.- New techniques of water sampling for C-14 analysis Jour of Geophys. Rese. - Vol. 72, n° 12 (1965).
- CRUSAFONT PAIRO, M.- Los castores fósiles de España. Bol. Instituto Geológico y Min. t-6 pags. - 325-449. 1948.

- DAVIES, W.E.- Bull. Nat. Speleoc. Soc, 22,5 (1960).
- DE LA CONCHA, S.- Hoja y memoria n° 485 I.G.M.E. (1963).
- ERASO, A.- Mecanismo sobre la corrosión del karst y su repercusión en la geodinámica kárstica. Bol. Geol. y Min. T. LXXX-II 1969.
- ERASO, A.- Sobre la intensificación de la acción erosiva del agua en las cavernas por la acción de inoes oxidables. IV Congreso Lbljana 1965. Yugoslavia.
- ERHART, A.- Sur la genese de certaines gites sedim. de fer. C.R. Acad. Sc. Paris. Oct. 1966. V-263 ser D n 16 pp-1048-1051.
- EVANS, R.- The atomic nucleus. Mac Grow Hill. Book 1955.
- FAUCHERRE, J. et BONNAIRE y.- Sur la constitution des carbonates complexes del Cu y Pb. C.R.S. - Acad. Sci. France 1959. Págs. 3705-3707
- FELZ-HANSAW.- Preparation of water samples for C-14 dating. Geol. Survey circ. 480 (trad. - por la secc.).
- FERGUSON.- Upper tropospheric C-14 levels during - spring 1962 (microfilm). Journal of Geophysical Research. 68 (1963).
- FUSTER, J.M. y FEBREL, T.- Hoja y memoria N° 509. Torrelaguna. IGME. 1959.
- GIROU A.- Etude de la cinétique de precipitation - des carbonates de calcium en phase aqueuse. These de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.
- HERNANDEZ, A.- La Cueva del Reguerillo y el karst del Cerro de la Oliva. Centro de Estudios - Hidrográficos.
- JACOBSON-GUPTA FERNANDEZ.- Determination of tritium in biological material(en microfilm). Arch. - Of. Biochem. and Biophys 86 (1960).
- JARRET, A.- Statistical methods used in Measurements of radioactivity. AECU-262 (Mon-P-126). Technical Information division. ORE - Oak Ridge. Tenn.
- JEFFAY-ALVAREZ.- Measurements of C-14 and S-35 single - samples (en microfilm). Anal. Biochemistry 2 (1961).
- KALBERER-RUTCHMANN.- Eine Schnellmethode zur Bestimmung von tritium (en microfilm). Helvetica Chim. Acta 44 . (1961).
- KELLY-PEETS-GORDON-BUYEQUE.- Measurements of C-14 and tritium biol. samples (en microfilm) 2. - (1961).
- KOBY, F.- Le bouquetin dans la prehistorie. Actes de la Societé Jurasienne d'emulation. 1957.

- KOBY, F.- Osteologie de la chevre fossile des Pyrenees. Eclog. Geol. Helvet Basel. Band 51. pp 475-480. 1958.
- KOENING.- A cuantitative micro method for determination of specific radio activities of tritium purines and pyridines (en microfilm). Anal. Biochemistry 6. (1963).
- KRAUSKOFF.- Repartition of Mn and Fe in sedimentary process. Geog. y Cosmochim. Act. 1957, vol 12 págs. 61-84.
- KURTEN, B.- El oso de las cavernas. Studies in Speleology. Vol. 2 part. 1 July 1969 13.
- KUYPER-CORTESE-AGDOSICI.- A weat combustion method for C-14 analysis (en microfilm). Anal. Biochem 8. (1964).
- LAVOCAT, R.- Faunes et flores prehistoriques. Masson et Boubée. Paris 1969.
- LELEU, M.G.- Le karst et ses incidences metallogeneticas. Sc. de la Terre T XI 1966 n° 4. págs 385-413.
- LIBBY, W.- Radiocarbon dating. 1956.
- MARGRITA-LAMAY.- Extraccion du bicarbonato des eaux pour analyse de C-14. C.E.A.- C.E.N.G.- SAR - France.
- MARTIN L. y LEYVA F.- Hoja y Memoria N°510 - Marchamalo - IGME. 1959.
- MARTIN-DEVERAUX.- Electrical ignition in the Schonigor flask metode (en microfilm). Anal. Chemistry 31. (1959).
- MOLLARLANE-MURRAY.- C-14 and tritium specific activities - by bomb combustion and scintillation counting (en microfilm). Anal. Biochem 6 (1963)
- MINGARRO, J.- Rocas y yacimientos exógenos de hierro. - Bol. Geol. y Min. T-LXXXV-IV.
- NOBES.- Statistical aspects of liquid scintillation counting by internal standard techniques - (en microfilm). Chemistry 36. (1963).
- PEETS-FLORINI.- Tritium radioactivity determination of biological materials by a rapid combustion dry technique (en microfilm). Anal. Chemistry - 32 (1960).
- PIEZ.- Continuous scintillation counting of C-14 - and tritium in the counting aminoacid analyzer (en microfilm). Anal. Biochemistry 40 (1962).
- PEREZ DE BARRADAS, J.- Excursión por el Cuat. del Jarama. Iberica año 11, n° 535.
- Nuclear Chicago Technical Bulletin in liquid scintillation counting (traducido por la sección).

- PODALINO, G. y otr.- Ore sedimentation in karst formation. Ores and sediments pág. 209-220.
- POLOCH-STIPP.- Improved synthesis techniques for methane and benzene radiocarbon dating - (en microfilm). Jour. Int. Apl. Rad. - Isot. Vol. 18 6 (1967).
- The Nucleus n° 19 Digital computers in nuclear radiation counting.
- The Nucleus n° 20 Enero 1966.- Preparation of water samples for liquid scintillation counting
- PRICE W.- Nuclear Radiation Detection Mac-Graw-Hill. Book. N.Y. 1958.
- PRINZ W.- Les cristallisations des Grottes de Belgique. Bruselas 1908.
- RANKAMA, S.- Geoquímica 2. vol. 862 págs. Aguilar - 1954.
- RENAULT, P. - Les rapports entre la speleogenese et le colmatage des reseaux karstiques. - Reun. intergrou. sur remplis. karst. - 20-21 nov. 1970 (Foix).
- RENAULT, P.- Les remplissages karstiques: Generalités et histoire des recherches. Reun. Inter. grou. sur remplis, kars. 20-21 Nov. 1970 (Foix).
- ROUTIER, A.- Les gisements de fer de la Nouvelle Calédonie. Symp. sur gis. de fer du monde et genese des gis. de fer. Geol. - Int. XIX Alger 1952.
- SCHENIGER.- Fine Microanalytische Schenellestin- - mung von halogen in organisches subst- - tanzen (en microfilm). Microchimica Acta 1 (1955).
- SCIPPER et al.- J. Biol. Chem. (1948). New Haven Yale University.
- SCRAM-LOMBAERT.- Continuous determination of C-14 and S-35 aqueous solution by scintillation counting. Application to chromatographie effluents (en microfilm). Analítica - Chimica. Acta 17 (1957).
- SEHRAM-LOMBAERT.- Determination of tritium and C-14 in aqueous solution with anthracens powder (en microfilm). Anal. Biochemistry 3 (1962).
- SHARPE, J.- Nuclear Radiation Detectors.
- SHOELLER.- Les eaux souterraines.
- SHEPPARD-RODEGLOR.- Determination of C-14 and tritium in biological materials using oxigen bomb combustion (en microfilm). Anal. Biochem. 4 (1962).

- SOLE SABARIS, L. y RIBA, O.- Evolución del borde la Meseta durante el Terciario. Congrès Geologique International. Alger 1952. Secc. III, fascículo XIII.
- SOLSTESZ, B.- Estudio estadístico de los molares de oso de las cavernas de Istallosko (Hungría). Acta Archaeologica Hungarica V-3-4.
- STEINBERG.- A new approach to radiossay of aqueous solution in liquid scintillation spectrometer (en microfilm). Anal. Biochemistry 1 (1960).
- TASNADI, A.- Untersuchungen an pathologisch veränderten Knochenresten verschiedener Wirbeltiere. Paleobiologica VS-159. Vien. 1933.
- THALERL.- La datation pal. des remplissages karstiques. Ass. Fr. Sed. Foix 20-21. Nov. 1970
- THENIUS, E.- Ursindenphylogenese.
- TORRES, T.- Estudio de la Cueva del Reguerillo... Actas I Congrés Nac. Espeleología. Barcelona 1970.
- TORRES, T.- Estudio de elementos traza en calizas estal. II Congreso Nac. Espeleol. Oviedo. Octubre 1972.
- TORRES, T. ERASO, A.- Estudio de elementos traza en caliz. estalag. como pos. indic. paleocl. VII - Int. Spel. Congress OLOMOUC. Checoeslovaquia sp. 1973.
- VAN SLYCUS-FOLCH.- Combustion of samples. J. Biol. Chem - (1948). New Haven Yale University.
- VINCENT-DANHAM-DAVIDSON.- Oxygen flask combustion in determination of C-14 and tritium in biological materials (en microfilm). Anal. Biochem. 4 (1962).

INDICE DE FIGURAS FOTOGRAFIAS Y PLANOS
=====

Fig.- N°de fig.- N°de orden TEMA

H-1	1	Ceramica del Bronce galeria GEIS
H-2	2	Mapa del I Piso segun Perez de Barradas y Maura
G-1	3	Mapa se situacion geografica
G-2	4	Mapa geologico 1:50000
G-3	5	Diagrama triangular de litologias del Mioceno
G-4	6	Curvas granulometricas zona A del Mioceno
G-5	7	Evolucion de la Cordillera Central según Solé Sabaris
GE-1	8	Perforaciones cilindroideas
GE-2	9	" " " det.
GE-3	10	Lapiaz en campo de piedras
GE-4	11	Diaclasa colmatada de arcilla
GE-5	12	Escarpe de erosión
GE-6	13	Pequeña cavidad en el contacto de estratos calizos
GE-7	14	Travertino
GE-8	15	" detalle
GI-1	16	Planta topografica de la cavidad
GI-2	17	Bloque diagrama del Cerro de la Oliva
GI-3	18	Bloque diagrama del Cerro de la Oliva
GI-4	19	I Piso fotografia
GI-5	20	II " " al pie del Tubo
GI-6	21	" " "
GI-7	22	" " "

GI-8	23	Bloques Sala del Perro que Fuma
GI-9	24	Galerías Nuevas
GI-10	25	" "
GI-11	26	" "
GI-12	27	" "
GI-13	28	III Piso fotografia
GI-14	29	" " "
GI-15	30	" " "
GI-16	31	" " "
GI-17	32	" " " Ga.GEIS
GI-18	33	Pendants
GI-19	34	"
GI-20	35	"
T-1	36	Diagrama en rosa de orientaciones de galerías
T-2	37	Diagrama en rosa del diaclado externo
E-1	38	Diagrama en rosa:orientaciones- longitudes
E-2	39	Estadística I Piso
E-3	40	" II " 60°
E-4	41	" " " 330°
E-5	42	" " " aberrantes
E-6	43	" " " 60
E-7	44	" " " 330
E-8	45	" " " aberrantes
E-9	46	Formacion de conductos en diaclasas
E-10	47	Relacion disolucion/suspension en carbonatos segun Corbel
RM-1	48	Formaciones calizas en relacion con la el caudal y la presion parcial de CO ₂
RM-2	49	Formaciones I Piso
RM-3	50	Formaciones en el II Piso
RM-4	51	Macarrones en Galerías Nuevas
RM-5	52	Estalactitas excentricas . Nuevas
RM-6	53	Estalactita
RM-7	54	Niveles de ocupacion del agua en las Galerías Nuevas

RM-8	55	Niveles de ocupacion en las Galerias Nuevas
RM-9	56	Calcita en la Galeria GEIS
RM-10	57	" " " "
RM-11	58	" " " "
RP-1	59	Seccion estalagmita I Piso
RP-2	60	" " " "
RP-3	61	" " " "
RP-4	62	" " " "
RP-5	63	" " " "
RP-6	64	" " " "
RP-7	65	" " " "
RP-8	66	" " " "
RP-9	67	" " " "
RP-10	68	Microfotografia aragonito
RP-11	69	" "
RP-12	70	" esparita en empalizada
RP-13	71	Microfotografia.Esparita granular
RP-14	72	" " micro granular
RP-15	73	Microfotografia.Micrita
RP-16	74	Corte estalagmita I Piso
RP-17	75	" " II "
ME-1	76	Microscopio electronico.Caolinita, sepiolita, letarita x32.000
ME-2	77	Microscopio electronico.Iilita montmorillonita, goetita x32.000
ME-3	78	Microscopio electronico.Titanita, caolinita, sepiolita
ME-4	79	Microscopio electronico.Mica. caolinita, goetita
ME-5	80	Microscopio electronico.Goetita
ME-6	81	" " "
ME-7	82	" " .Micas, clorita rombica, goetita
ME-8	83	Estalagmita analizada con M.E. Piso I
ME-9	84	" " " " " "

GQ-1	85	Grafico Eh-Ph Hierro
GQ-2	86	" " " Titanio
GQ-3	87	" " " Cobre
GQ-4	88	Muestreo estalagmita I Piso
GQ-5	89	Contenidos " " "
GQ-6	90	Muestreo " II Piso
GQ-7	91	Contenidos " " "
GQ-8	92	Regiones de estabilidad de calcita y aragonito a T°Cte en funcion del anhidrido carbonico y de la concentra ción (GIROU)
GQ-9	93	Regiones de estabilidad de calcita y aragonito a P cc ₂ Cte.En funcion de temperatura y concentracion (GIROU)
DA-1	94	Espectro beta del C-14
DA-2	95	Espectros apagado y sin apagar
DA-3	96	Coreccion de apagado C-14
DA-4	97	Correccion de pagado H-3
DA-5	98	Metodo de proporcion de canales
DA-6	99	Contaje por tres canales
DA-7	100	Distribucion normal-d. de Poisson
DA-8	101	Test de Pearson
DA-9	102	Calculo grafico del tiempo de contaje
DA-10	103	Nomograma para el calculo de errores
RP-18	104	Costras de yeso Gal. GEIS
RP-19	105	Eflorescencias de yeso.Gal. GEIS
RP-20	106	Cristal de yeso .Gal. GEIS
RX-1	107	Espectro de RX Muestra T-1
RX-2	108	" " " " T-2
RX-3	109	" " " " T-3
RX-4	110	" " " " T-4
RX-5	111	" " " " T-5
RX-6	112	" " " " T-6
RX-7	113	" " " " T-7
RX-8	114	" " " " T-8
RX-9	115	" " " " T-9

RX-10	116	Espectro de RX	Muestra T-10
RX-11	117	" " " "	T-11
RX-12	118	" " " "	T-12
RX-13	119	" " " "	T-13
RX-14	120	" " " "	(Corchón)
RX-15	121	" " " "	"
RX-16	122	" " " "	"
GR-1	123	Granulometria muestra H-2(Corchon)	
GR-2	124	" "	M-2 "
GR-3	125	" "	F "
GR-4	126	" "	F "
RM-1	127	Bloques hundidos.Sala del Perro que Fuma	
RM-2	128	Estrato margoso,fracturado	
RM-3	129	" " "	detalle
RM-4	130	Diaclasa en un techo colmatada por cantos	
RQ-1	131	Zonas delimitadas para los analisis de fosfatos.	
RP-18	132	Columna sedimentologica del Hundimiento	
RP-19	133	Hundimiento.Detalle de la seccion de la colada inferior brechoide.	
MM-1	134	Reduccion fotografica de la topo- grafia antigua con la situacion de los puntos de toma de muestras	

EP-1	135	Fotografia excavacion 1965
EP-2	136	Plano excavacion 1965
EP-3	137	Zona excavada en 1972
PD-68	139	Craneo capra adulta n. lateral
PD-69	140	" " " " superior
PD-70	141	Maxilar capra.vista externa
PD-71	142	" " " " interna
PD-72	143	" " " " oclusal
PD-78	144	craneo cabra cria n. lateral
PD-79	145	" " " " superior
PD-80	146	" " " " "
PD-81	147	" " " " lateral
PD-82	148	" " " " inferior
PD-74	149	" " adulta frontal
PD-75	150	" " " lat. izdo
PD-76	151	" " " superior
PD-77	152	" " " inferior
EP-1	153	Molar de cervido.vista lingual
EP-2	154	" " " " oclusal
PE-1	155	Distribucion de especies porcentual
PD-62	156	Craneo linx,n.frontal
PD-63	157	" " " lateral
PD-65	158	" " " inferior
PD-64	159	max.izdo linx, n. exterior
PD-66	160	" dcho " " "
PD-67	161	" izdo " n.occlusal
PD-59	162	crocuta,max. inf. n. lateral ext.
PD-60	163	" " " " " int.
PD-61	164	" " " " oclusal
EP-2	165	diagrama evolutivo de los ursidos
EP-3	166	distribucion geografica de los ursidos en Europa
EP-4	167	Relacion altura topografica/longitud del segundo molar superior
PD-1	168	U.s. craneo C-1 n. lat
PD-2	169	U.s. craneo C-1 n. sup
PD-3	170	U.s craneo C-1 n. inf.
PD-4	171	U.s. craneo C-2 n. lat.
PD-5	172	U.s craneo C-2 n. superior
PD-6	173	U.s. craneo C-2 n. inferior

PD-7	174	U.s. craneo C-3	n.lat.
PD-8	175	U.s. craneo C-3	n. sup
PD-9	176	U.s. craneo C-3	n. inf
PD-10	177	U.s. craneo C-4	n. lat
PD-11	178	U.s. craneo C-4	n. sup.
PD-12	179	U.s. craneo C-4	n. inf.
PD-13	180	U.s. craneo C-5	n. lat.
PD-14	181	U.s. craneo C-5	n. sup.
PD-15	182	U.s. craneo C-5	n. inf.
PD-16	183	U.s. craneo C-6	n. lat.
PD-17	184	U.s. craneo C-6	n. sup.
PD-18	185	U.s. craneo C-6	n. inf.
PD-19	186	U.s. craneo C-8	n. lat.
PD-20	187	U.s. craneo C-8	n. sup.
PD-21	188	U.s. craneo C-8	n. inf.
PD-22	189	U.s. craneo C-9	n. lat.
PD-23	190	U.s. craneo C-9	n. sup.
PD-24	191	U.s. craneo C-9	n. inf.
PD-25	192	U.s. craneo C-10	n. lat.
PD-26	193	U.s. craneo C-10	n. sup.
PD-27	194	U.s. craneo C-10	n. inf.
FP-3	195	U.s. craneo C-11	n. lat.
FP-4	196	U.s. craneo C-11	n. sup.
FP-5	197	U.s. craneo C-12	n. lat.
FP-6	198	U.s. craneo C-12	n. sup.
FP-7	199	U.s. craneo C-13	n. lat.
FP-8	200	U.s. craneo C-13	n. sup.
PD-28	202	U.s. max. inf. s-1000	n.lat
PD-29	203	" " " " " " "	ocl.
PD-30	204	" " " " C-1)	" ocl.
PD-31	205	" " " " C-10	" lat.
PD-32	206	" " " " C-10	" ocl.
PD-33	207	" " " " C-10	" lat.
PD-35	208	" " " " s-1001	" "
PD-36	209	" " " " s-1001	" ocl.
BP-4	201	variacion del angulo incisival	

PD-37	210	U.s. max. inf. t-51 n.lat.
PD-38	211	U.s. max. inf. t-51 n.ocl.
PD-39	212	U.s. max. inf. t-328 n.lat.
PD-40	213	U.s. max. inf. t-328 n.col.
PD-38	214	U.s. max. inf. t-328 n.lat .int.
PD-41	215	U.s. max. inf. t-516 n.lat.
PD-44	216	U.s. max. inf. s-192 n.lat.
PD-42	217	U.s. max. inf. t-381 n.ocl.
PD-43	218	U.s. max. inf. t-381 n.lat.
PD-45	219	U.s. max. inf. t-602 n.lat.
PD-48	220	U.s. max. inf. t-720 n. lat
PD-49	221	U.s. max. inf. t-866 n. lat.
PD-46	222	U.s. max. inf. t-756 n. lat.
PD-47	223	U.s. max. inf. t-756 n. ocl.
PD-50	224	U.s. max. inf. t-985 n.lat.
PD-51	225	U.s. max. inf. t-985 n.ocl.
PD-52	226	U.s. max. inf. t-1232 n. lat.
PD-53	227	U.s. max. inf. t-2358 n. lat.
PD-54	228	U.s. max. inf. t-2686 n. lat.
PD-55	229	U.s. max. inf. t-2700 n.lat.
PD-56	230	U.s. max. inf. t-2701 n.lat.
PD-57	231	U.s. max. inf. t-2701 n.lat.int.
PD-58	232	U.s. max. inf. t-2701 n.ocl.
EP-4	233	P-3i L
EP-5	234	P-3i A
EP-6	235	M-1i L
EP-7	236	M-1i D
EP-8	237	M-2i L
EP-9	238	M-2i D
EP-10	239	M-3i L
EP-11	240	M-3i A
EP-12	241	P-3s L
EP-13	242	P-3s A
EP-14	243	M-1s L
EP-15	244	M-1s A
EP-16	245	M-2s L
EP-17	246	M-2s A
EP-18	247	M-1i X1/X3
EP-19	248	M-1i L/D
EP-20	249	M-1i X1/D

EP-21	250	M-1i	X3/D
EP-22	251	M-1i	X4
EP-23	252	M-1i	X
EP-24	253	M-1i	X2
EP-25	254	M-1i	X3
EP-26	255	M-2i	d1
EP-27	256	M-2i	x3/d2
EP-28	257	M-2i	x1/d1
EP-29	258	M-2i	L1/d1
EP-30	259	M-2i	X5
EP-31	260	M-2i	L/d2
EP-32	261	M-2i	X
EP-33	262	M-2i	2L/X2+X3
EP-34	263	M-2i	X2
EP-35	264	M-2i	X/X1+X2
FP-9	265	Huella de U.s. sobre arcilla	
FP-10	266	Zarpazos de U.s. sobre paredes	
PD-83	267	Grabados auriñacienses con dos Capra ibes y antropomorfos	
FP-11	268	Escapula de Capra ibex, con posible herida.	

SITUACION GEOGRAFICA DE LA CUEVA DEL REGUERILLO ESCALA 1:200000

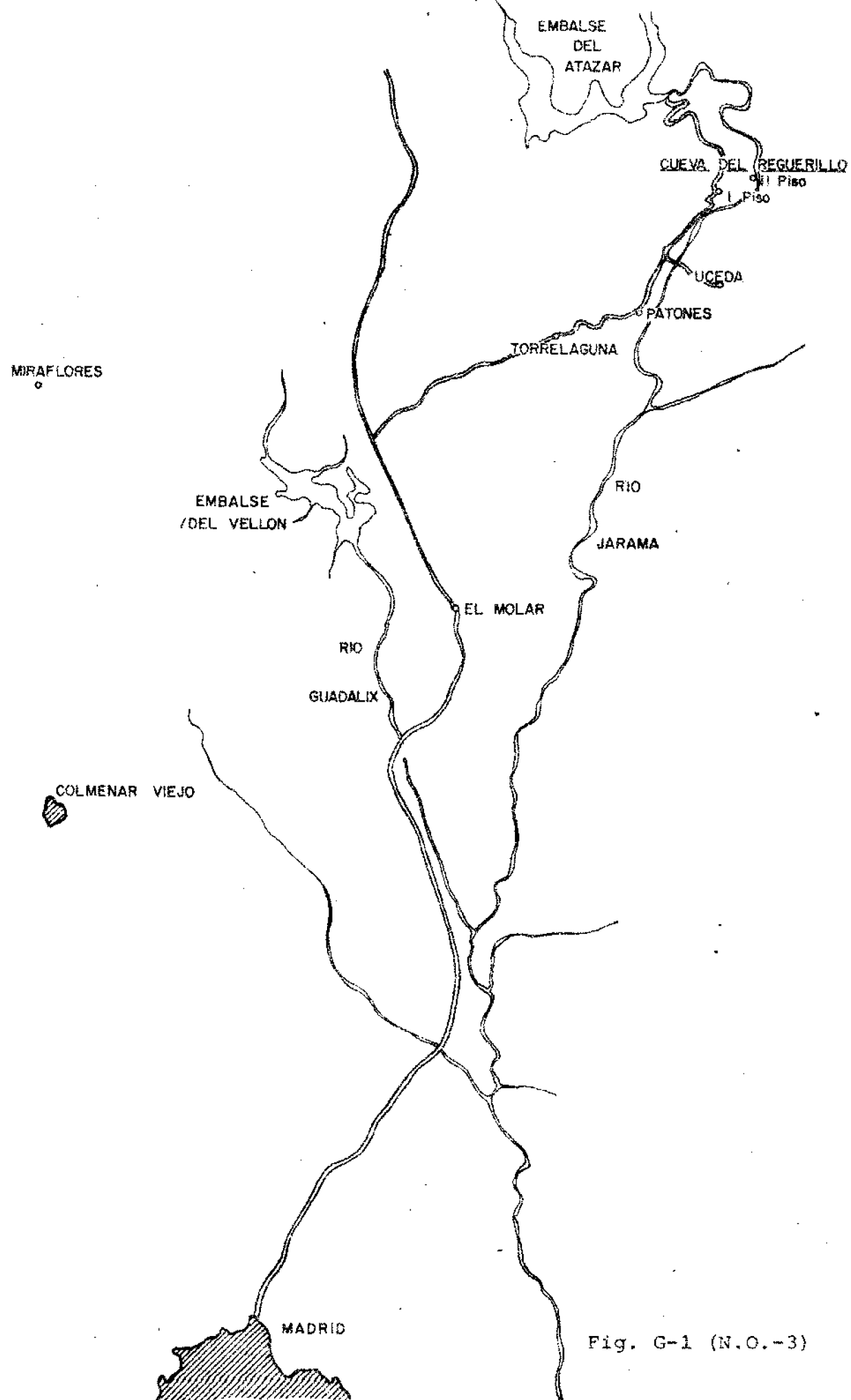


Fig. G-1 (N.O.-3)

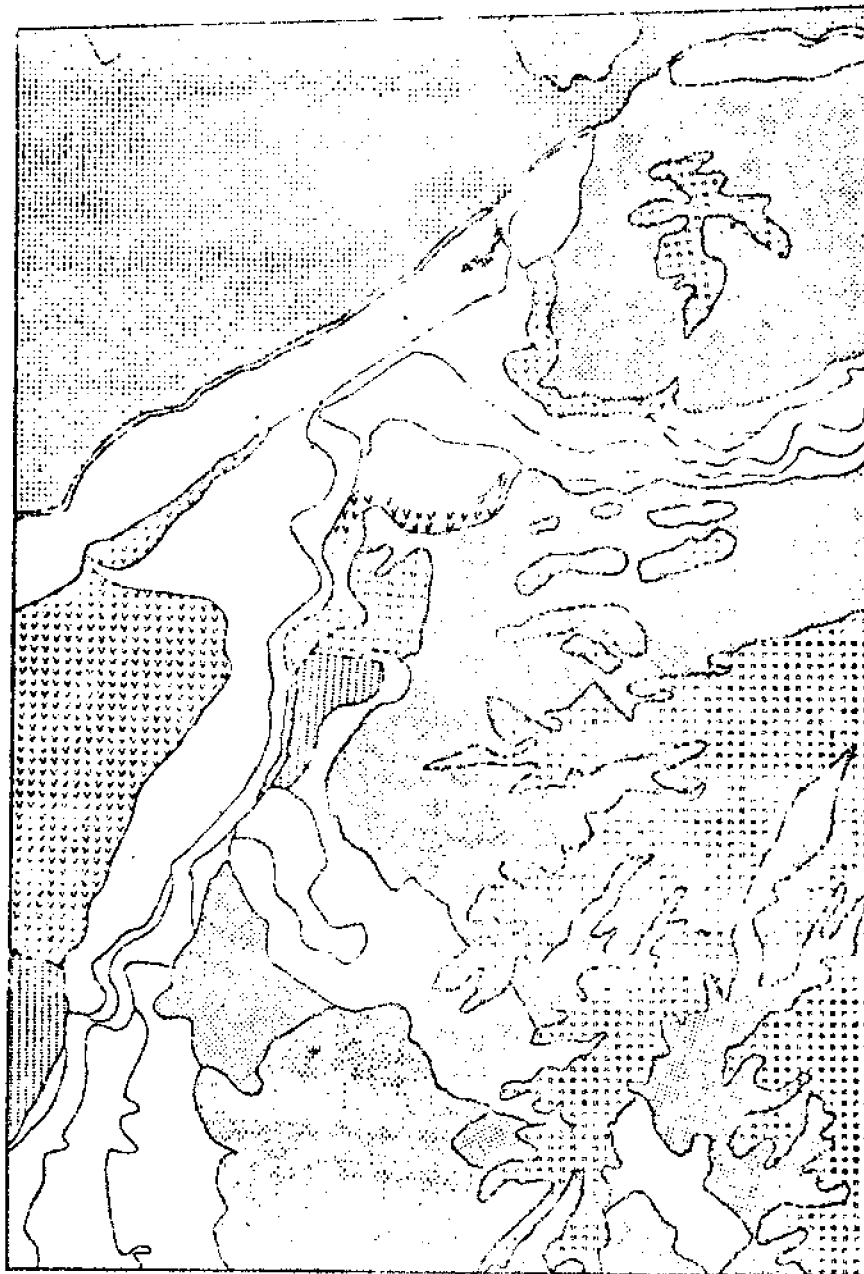
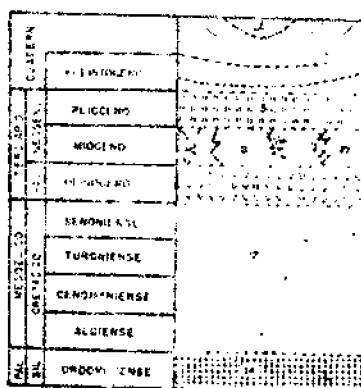


Fig. G-2 (N.G.-4)



1. ALUVIAL
2. CONGLOMERADO POLIARENICO CON NIVELES DE LIMO Y ARCILLAS
3. IDEN
4. CONGLOMERADOS Y ARENAS
5. ARENAS Y GRAVAS
6. ARENAS
7. GRAVA, LIMO Y ARENA
8. LIMO Y ARENAS
9. FOLIOS, MARGAS Y ARENAS
10. CALIZAS Y CALIZAS ARENAS
11. ARENAS
12. PIZARRAS

ESCALA: 1:10000

SINTESIS DE LAS FORMAS GEOLÓGICAS DE 1940 Y 1950

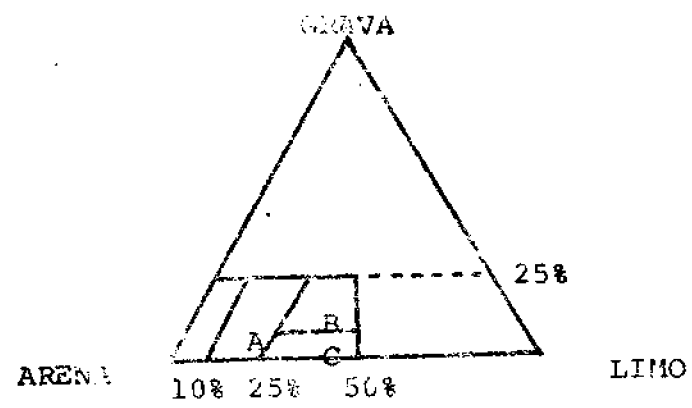
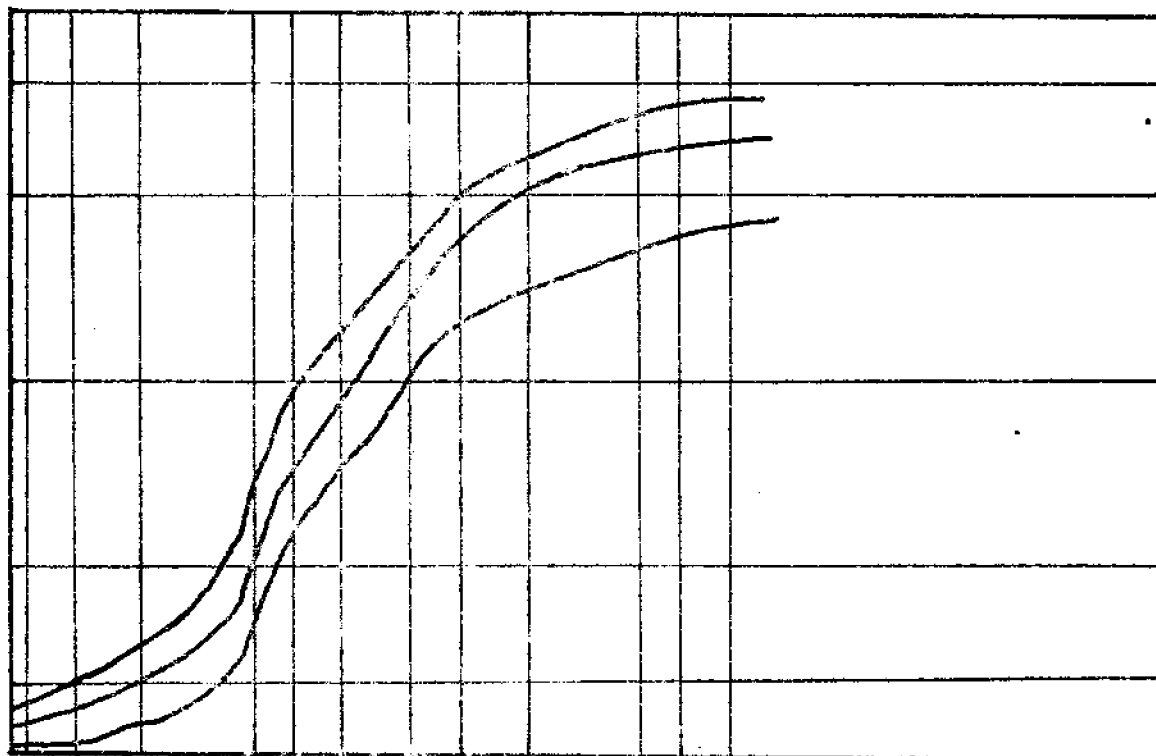


DIAGRAMA TRIANGULAR DE LAS GRANULOMETRIAS DE LAS FORMACIONES MIOCENAS

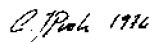
Fig G-3 (N.O.-5)



CURVAS DE LA FORMACION A

Fig G-3 (N.O.-6)

PATONES (Torrelaguna.) MADRID



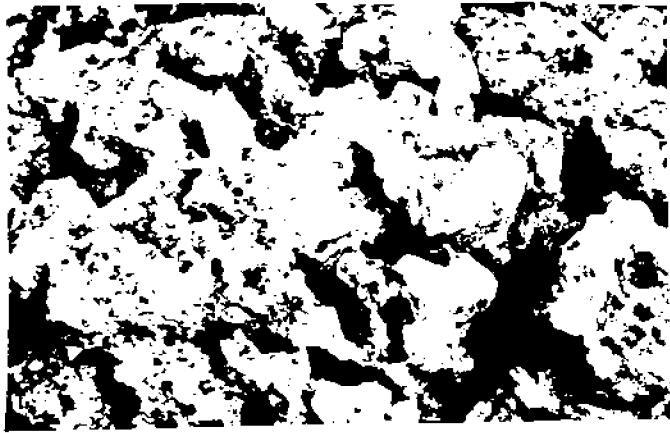


Fig. 6E-2(N.O.-10)



Fig. 6E-3(N.O.-11)



Fig. 6E-4(N.O.-12)

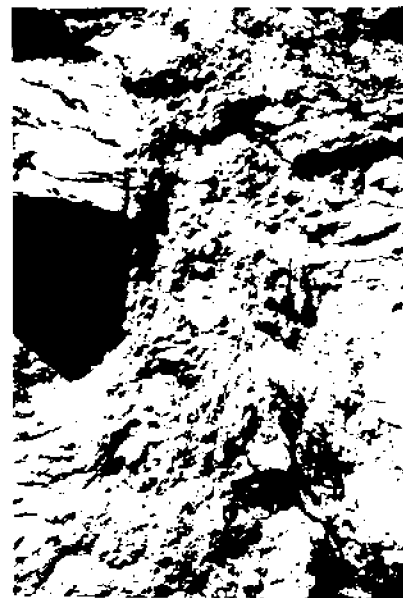


Fig. 6E-5(N.O.-13)



Fig. 6E-6(N.O.-14)



Fig. 6E-7(N.O.-15)



Fig. 6E-8(N.O.-16)

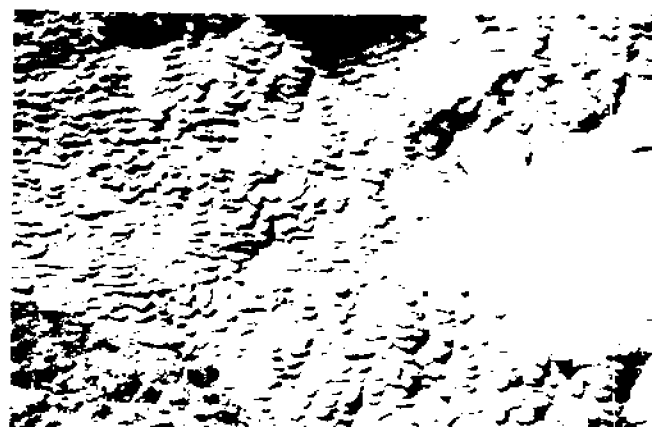


Fig. 6E-9(N.O.-17)

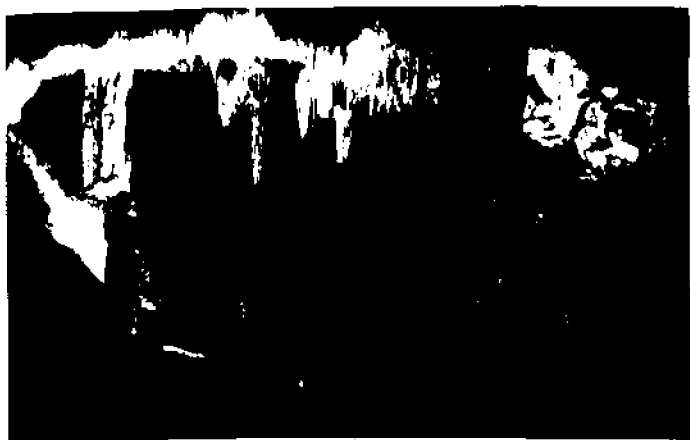


Fig. 61-4 (N.O.-18)



Fig. 61-5 (N.O.-20)



Fig. 61-6 (N.O.-21)



Fig. 61-7 (N.O.-22)



Fig. 61-8 (N.O.-23)



Fig. 61-9 (N.O.-24)



Fig. 61-10 (N.O.-25)



Fig. 61-11 (N.O.-26)



Fig. 6I-12 (N.O.-27)



Fig. 6I-13 (N.O.-28)



Fig. 6I-14 (N.O.-29)



Fig. 6I-15 (N.O.-30)

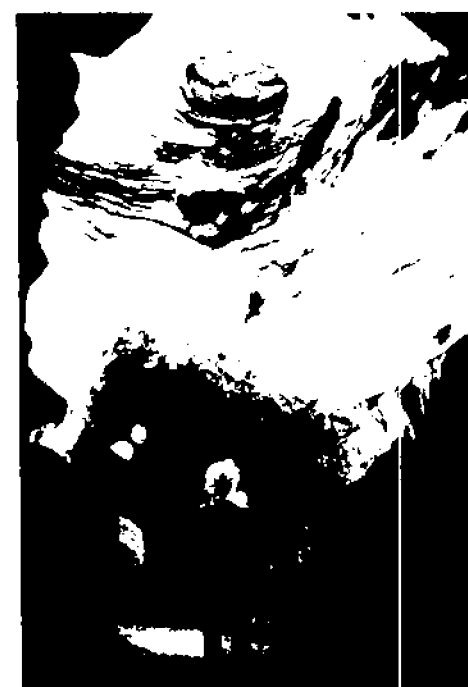


Fig. 6I-16 (N.O.-31)

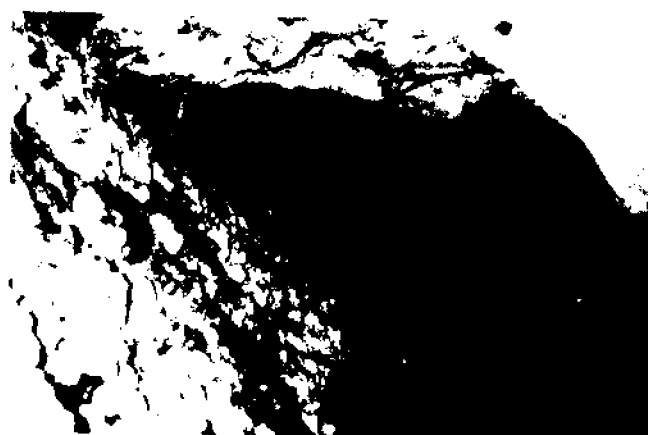


Fig. 6I-17 (N.O.-32)



Fig. 6I-18 (N.O.-33)

DESARROLLO ESPACIAL DE LA CAVIDAD

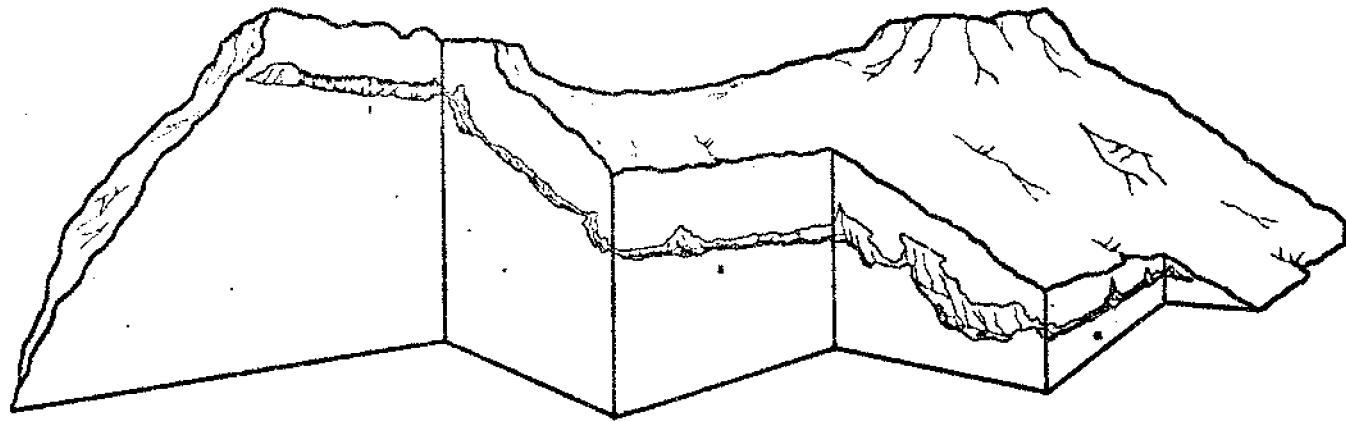


Fig. CI-2 (M.O.-17)

BLOQUE DIAGRAMA DEL CERRO DE LA OLIVA

ESCALA HORIZONTAL: 1:1
ESCALA VERTICAL: 2:1

CUEVA DEL REGUERILLO

PERSPECTIVA

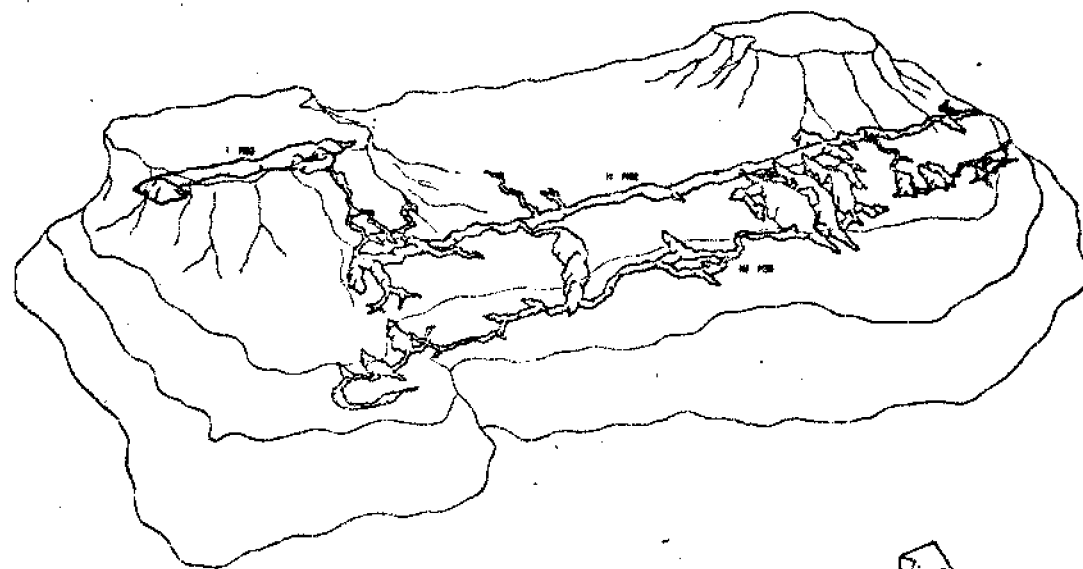
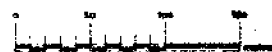


Fig. CI-3 (M.O.-18)



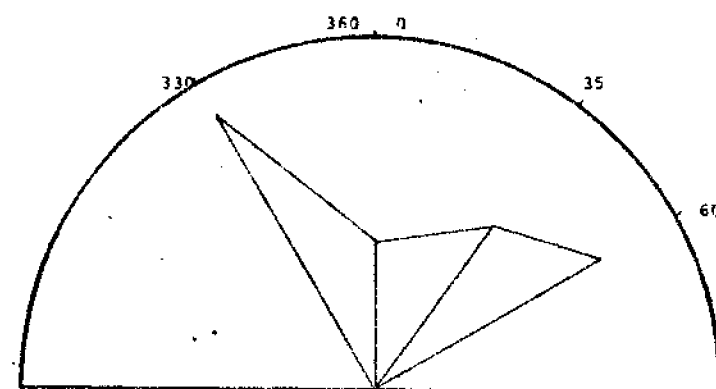


Fig. T-1 (N.O.-36)

Diagrama en rosa de orientaciones de galerías de la cavidad

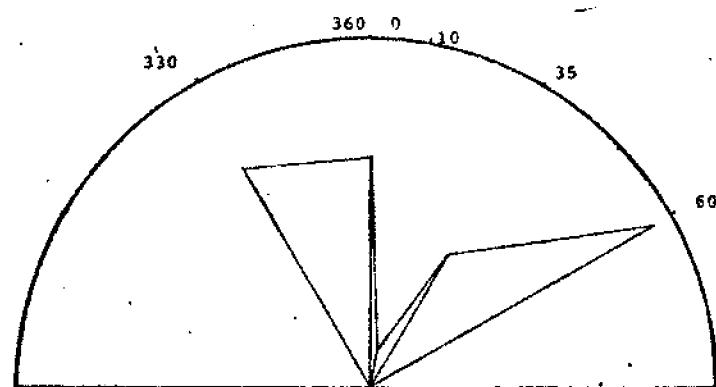
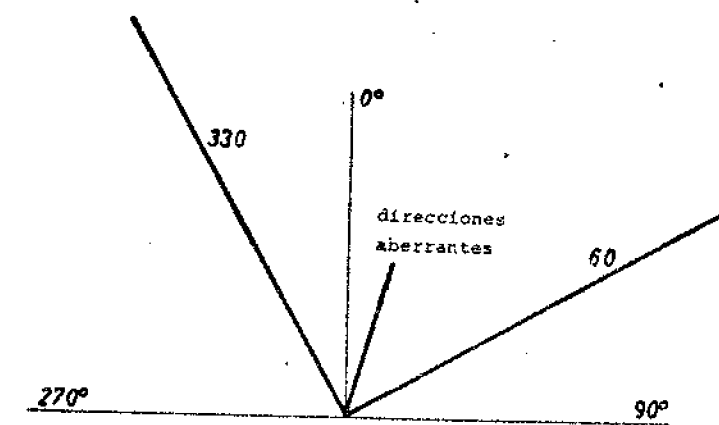


Fig. T-2 (N.O.-37)

Diagrama en rosa de orientaciones del diaclasado externo

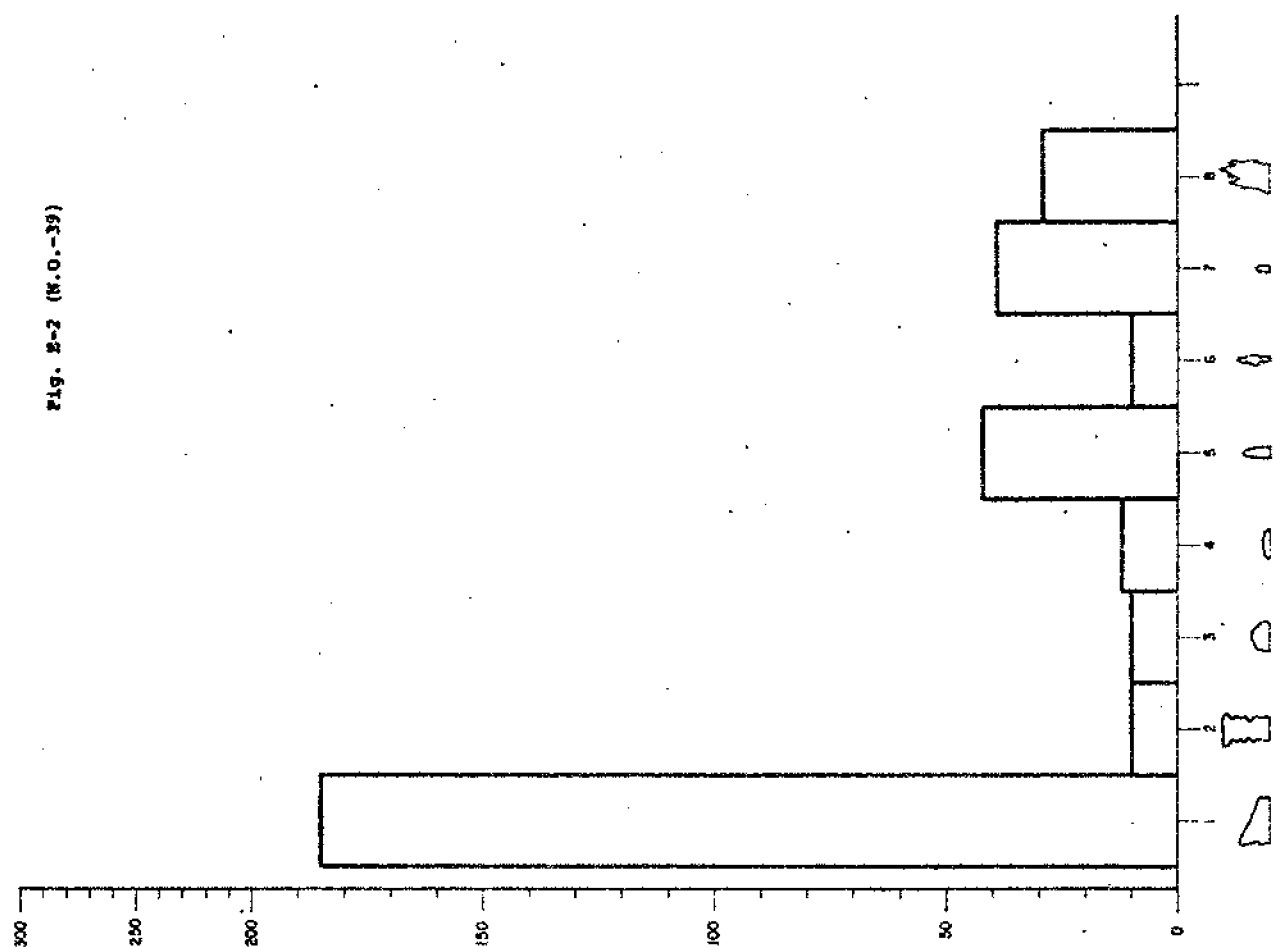


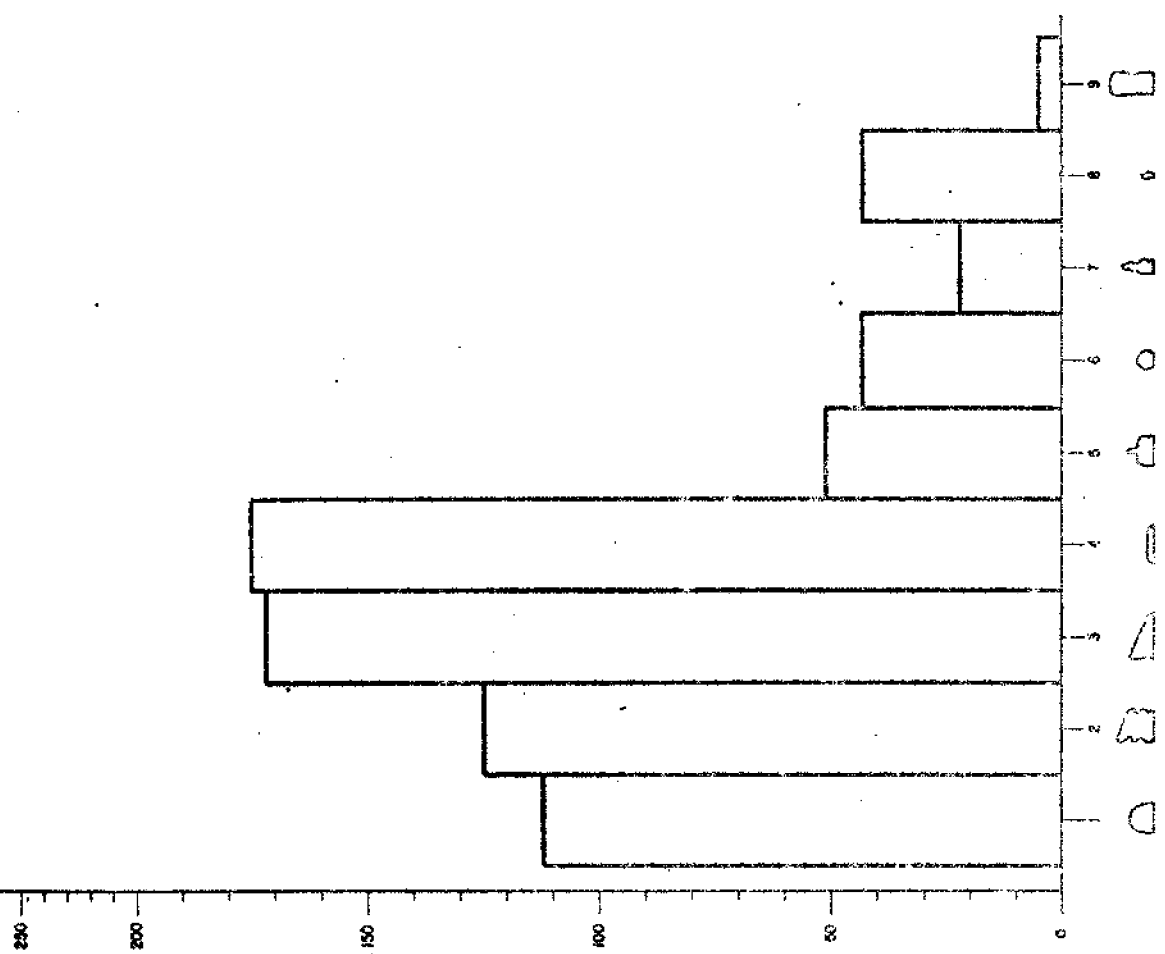
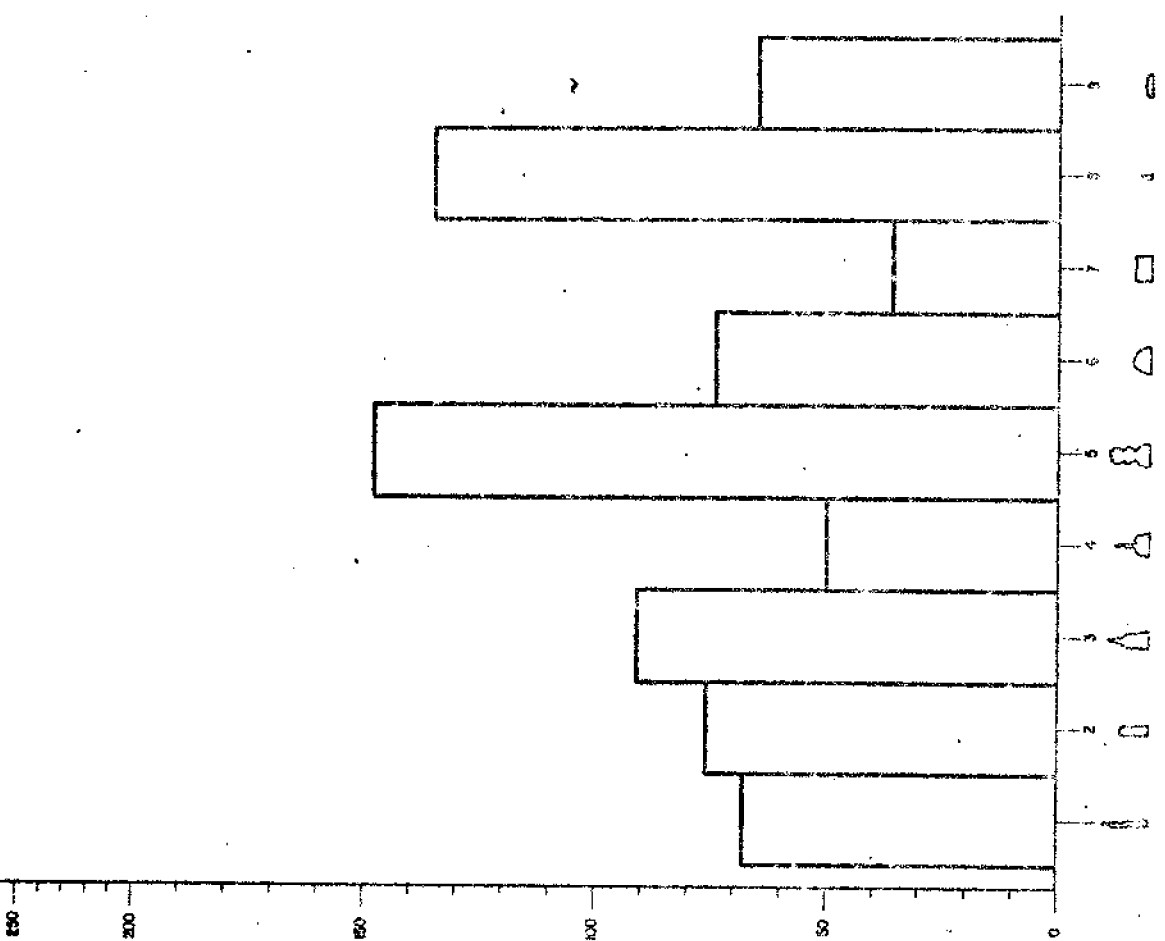
DIRECCIONES.PREFERENTES

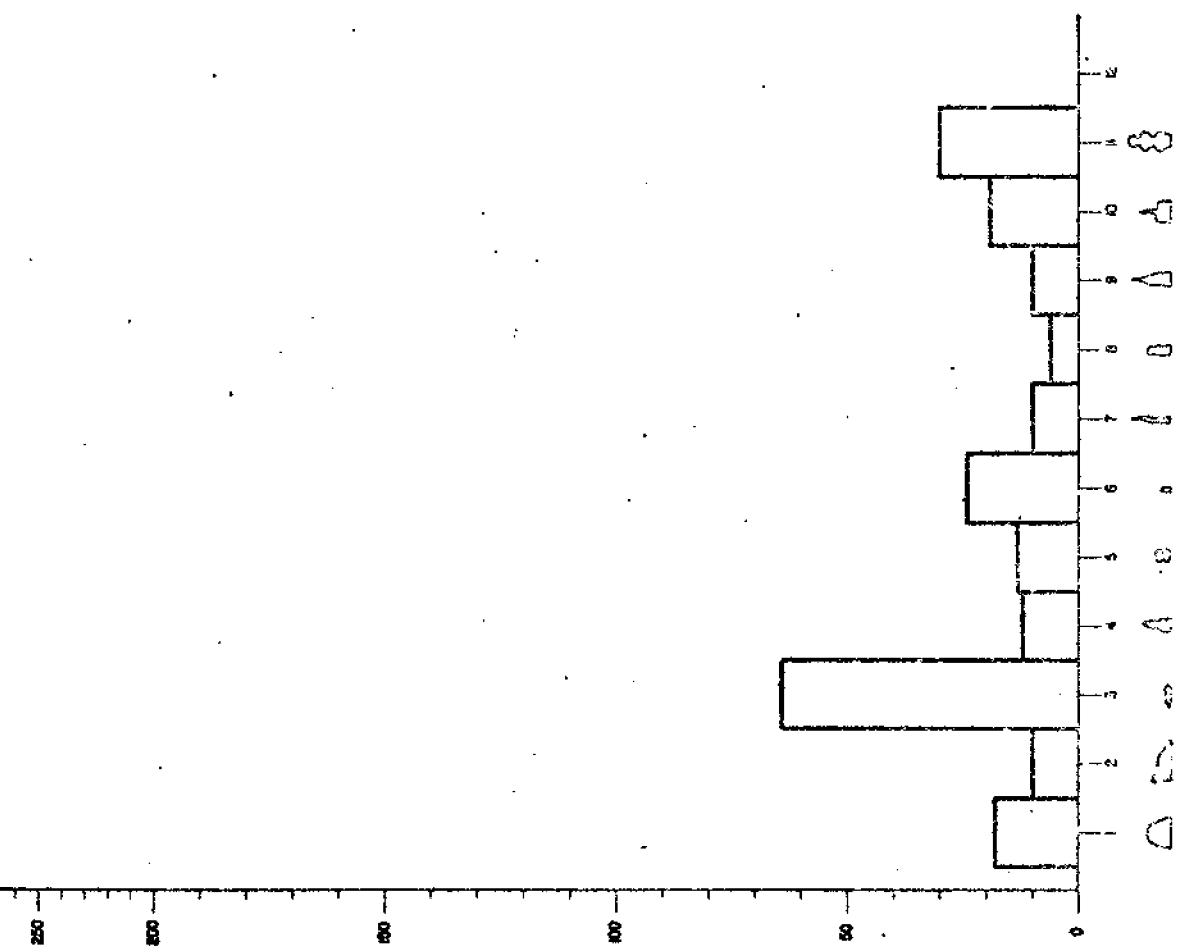
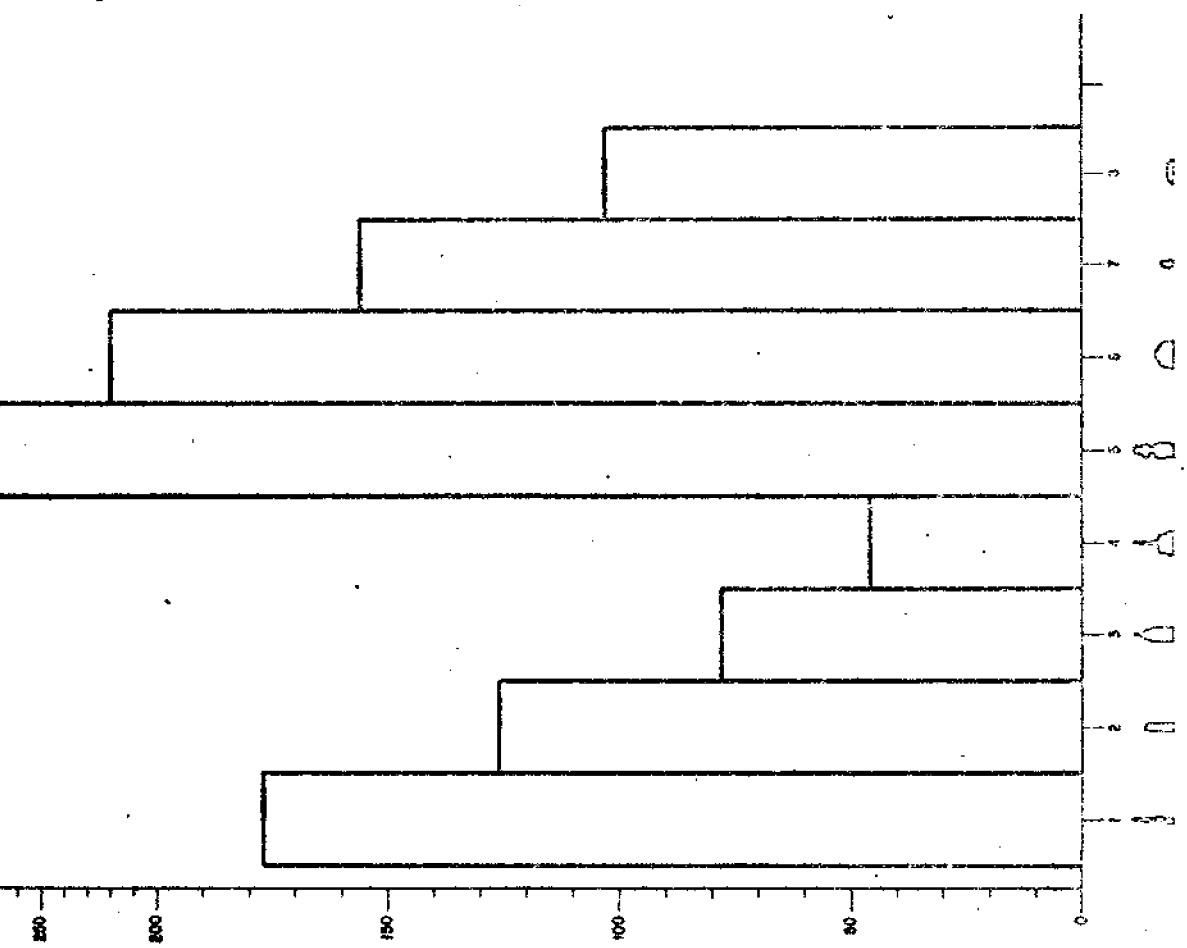
Fig E-1 (N.O.-38)

8 P130

Fig. 2-2 (N.O.-39)

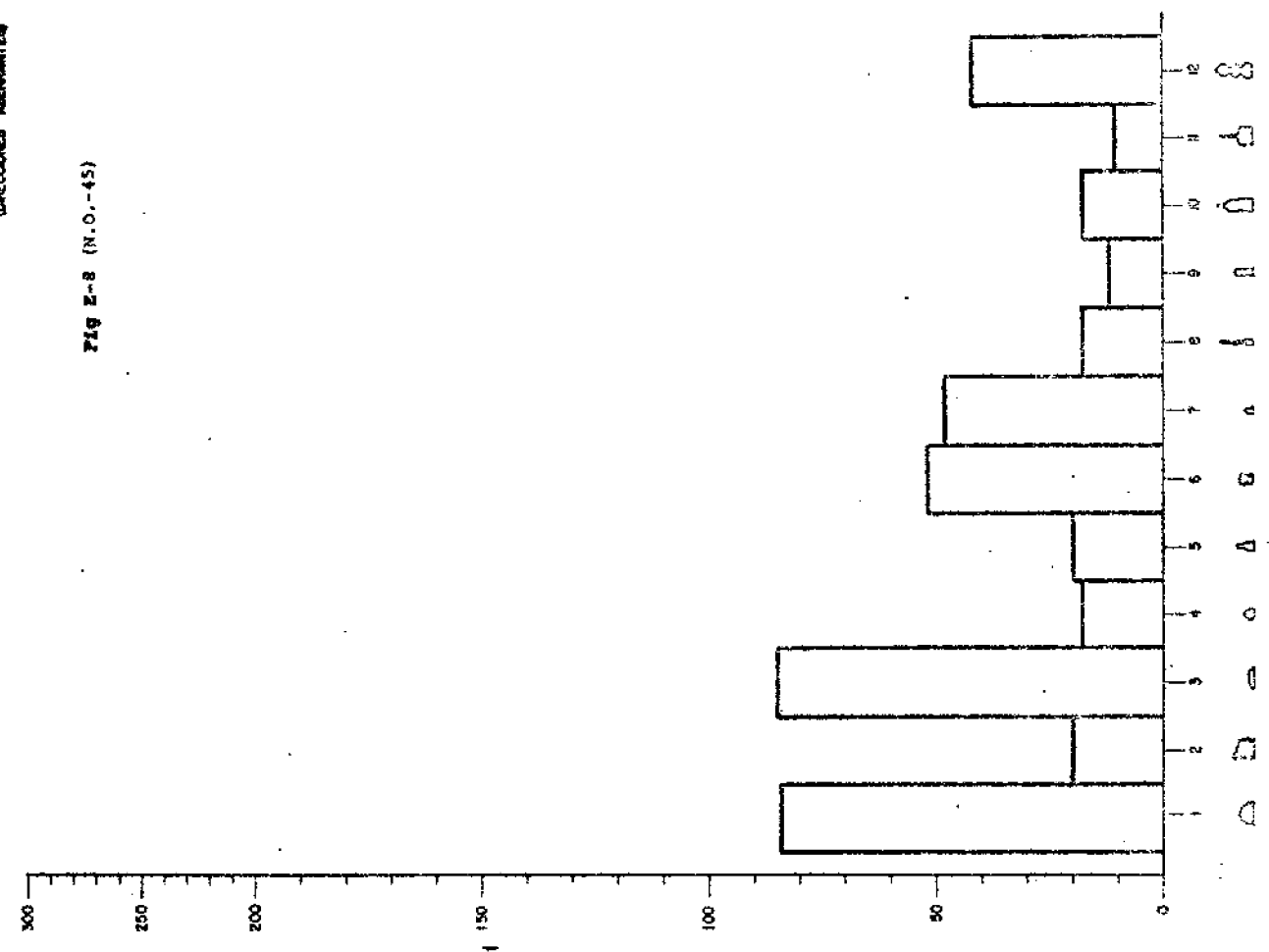






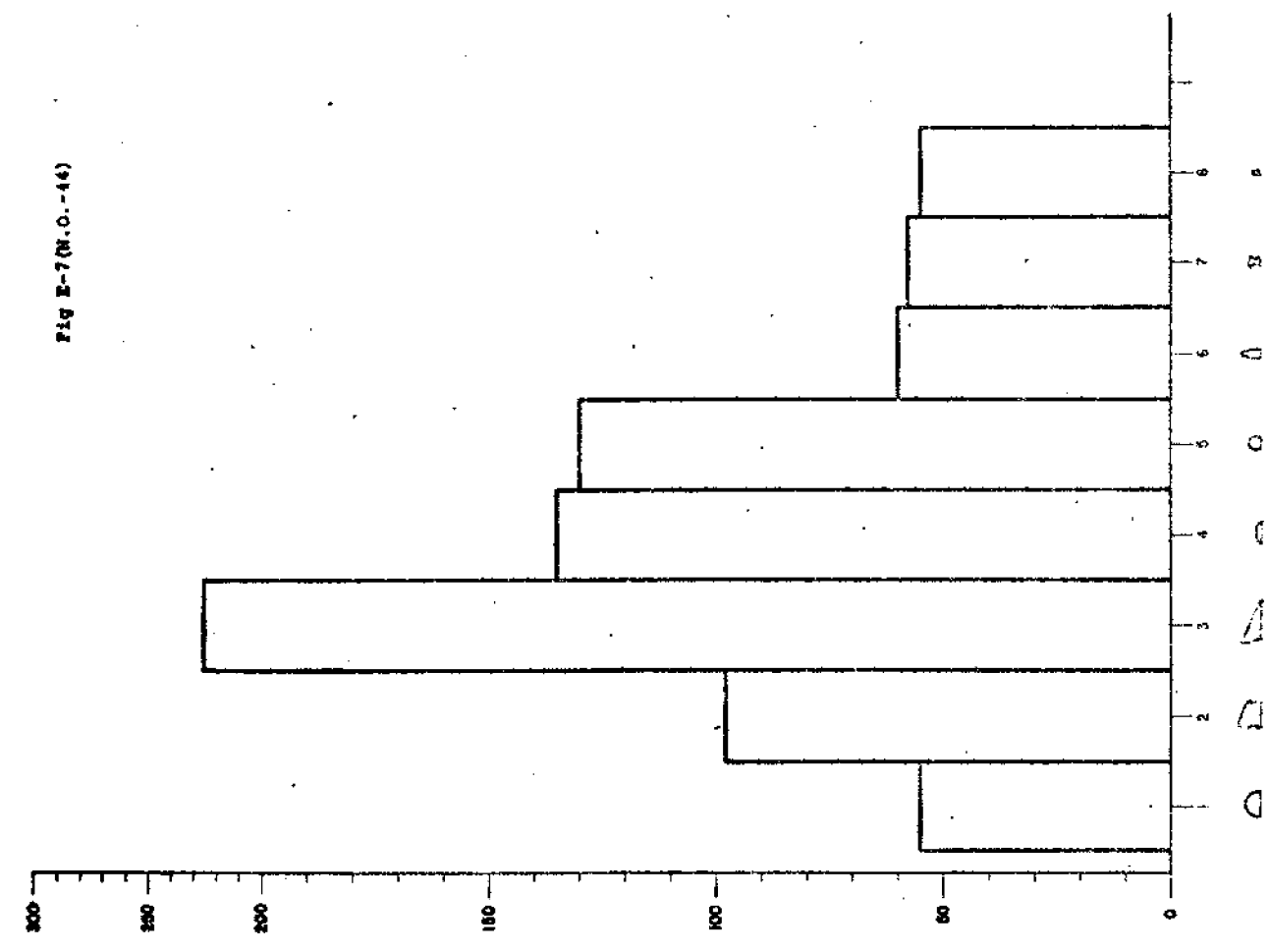
III PISO
(PRECOCCIONES ALTERNANTES)

Fig E-8 (N.O.-45)



III PISO 60°

Fig E-7 (N.O.-44)



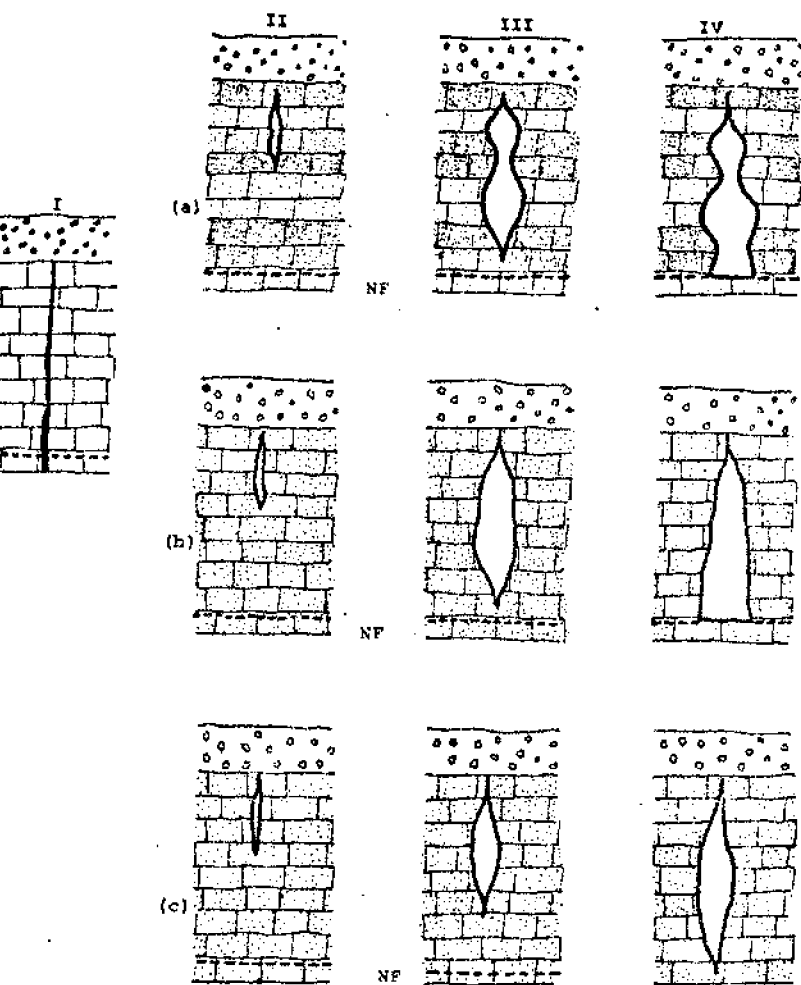
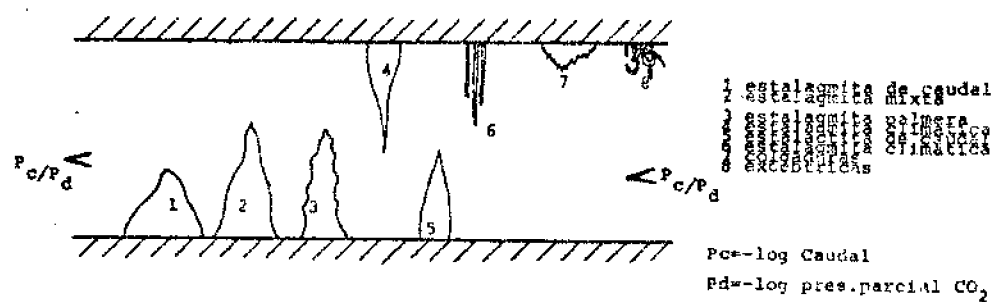


Fig E-9 (N.O.-46) MECANISMO DE FORMACION DE CONDUCTOS EN DIACLASAS CON CONTROL FRATICO (NF)

Fig E-11 (N.O.-48) DIAGRAMA MOSTRANDO LA INFLUENCIA DEL CAUDAL Y DE LA PRESION PARCIAL EN EL TIPO DE FORMACION GENERADA (ERASO)



Mecanismo del transporte de carbonatos por el agua en funcion de la distancia (CORBEL)

Fig. E-10 (N.O.-47)

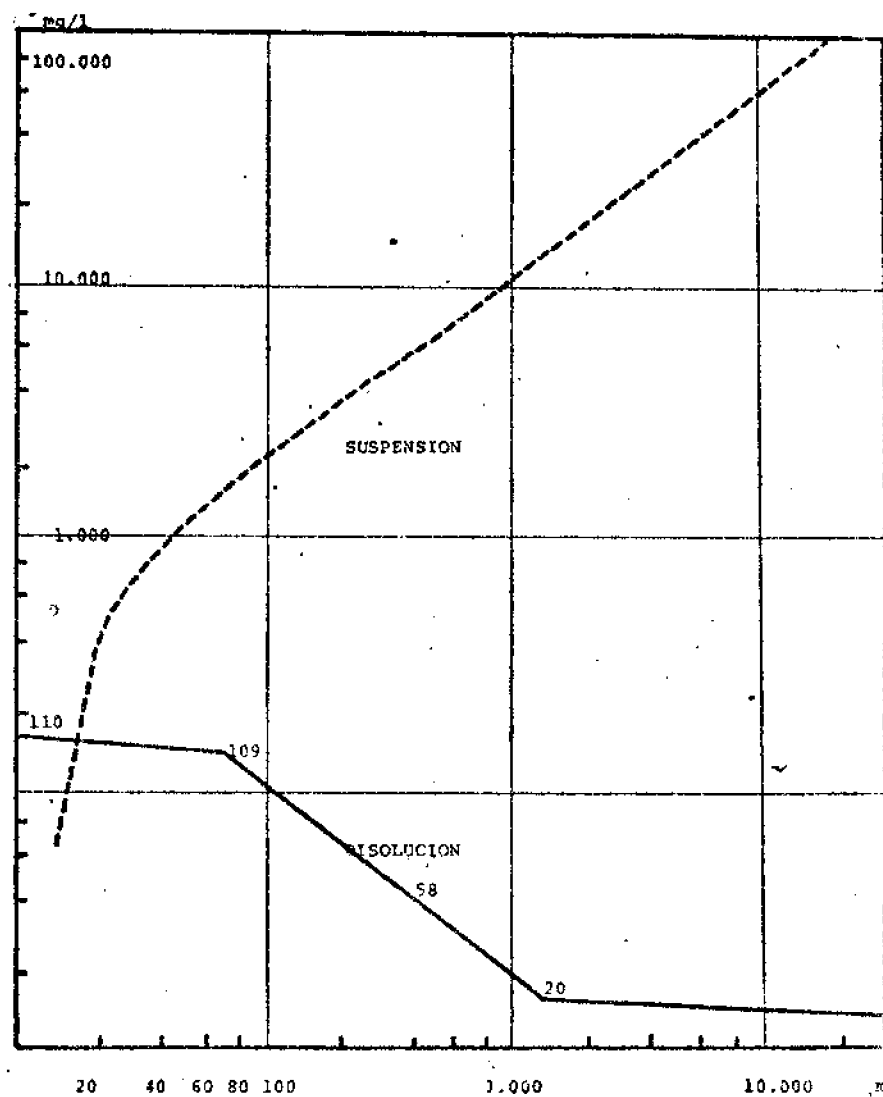




Fig. 61-10 (N.O.-34)



Fig. 61-20 (N.O.-35)



Fig. 61-5 (N.O.-32)



Fig. 61-3 (N.O.-36)

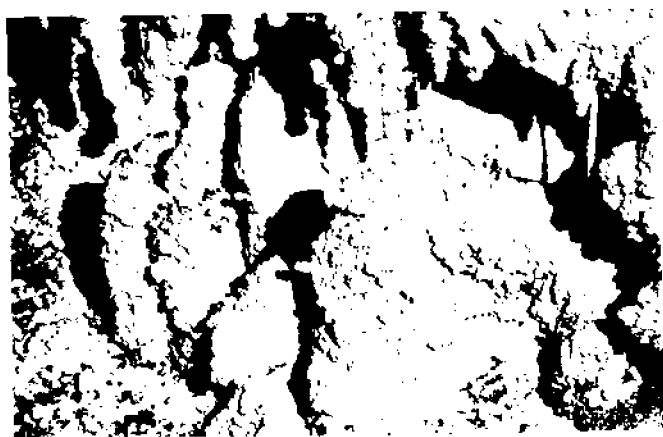


Fig. 61-3 (N.O.-36)



Fig. 61-5 (N.O.-36)



Fig. 61-11 (N.O.-37)

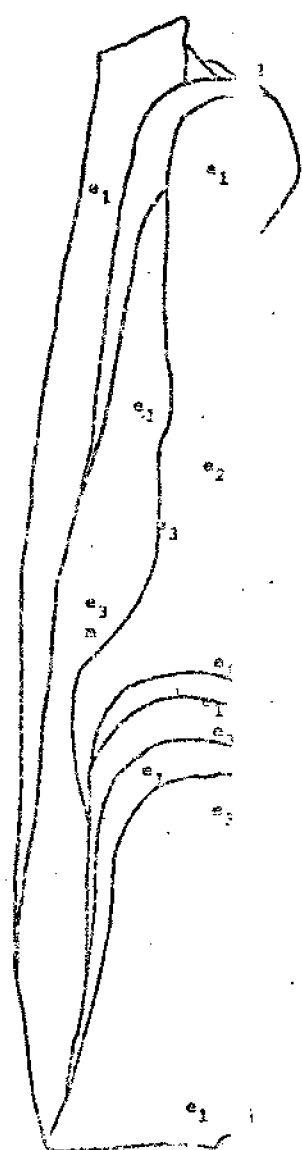


Fig. RP-1 (N.O.-60)

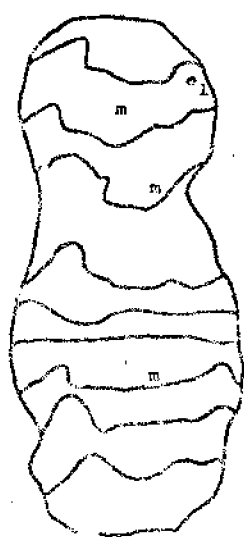


Fig. RP-2 (N.O.-60)



Fig. RP-3 (N.O.-61)



Fig. RP-4 (N.O.-62)

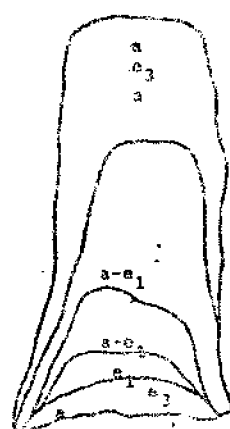


Fig. RP-5 (N.O.-63)

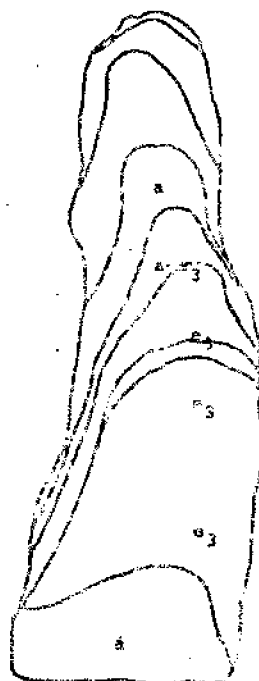


Fig. RP-6 (N.O.-63)

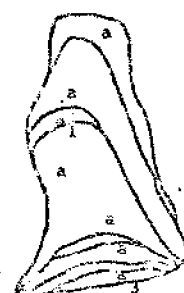


Fig. RP-7 (N.O.-64)

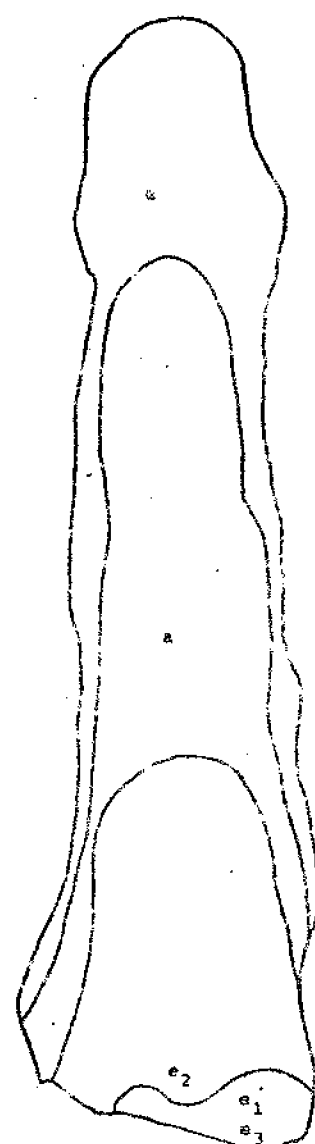


Fig. RP-8 (N.O.-66)

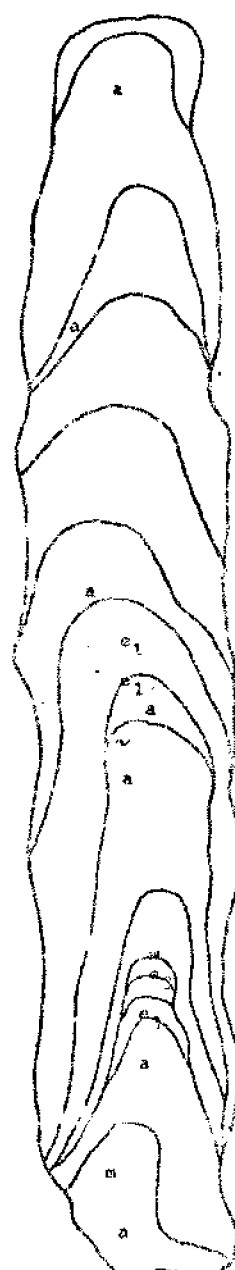


Fig. RP-9 (N.O.-67)

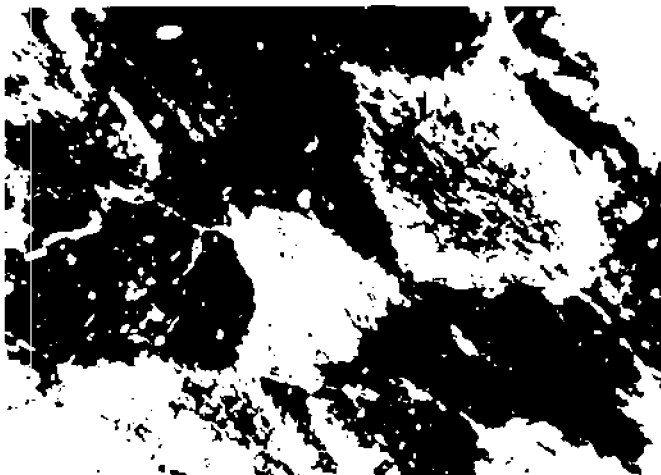


Figure 10-10

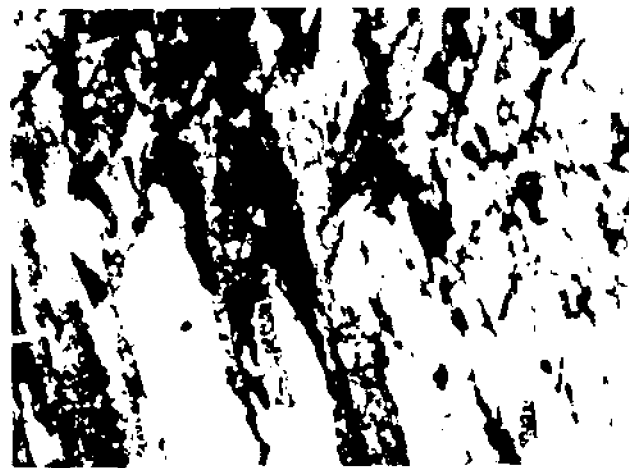


Figure 10-11



Figure 10-12

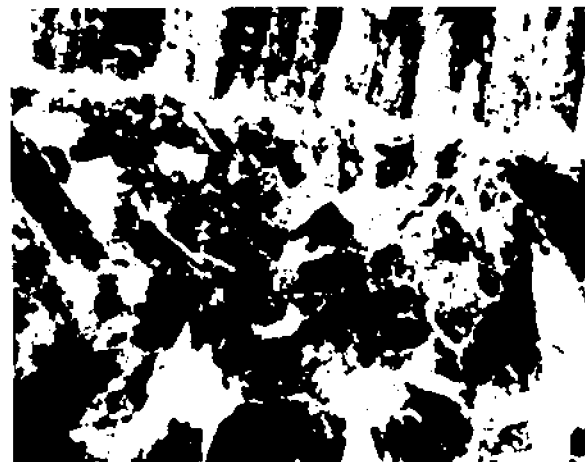


Figure 10-13



Figure 10-14

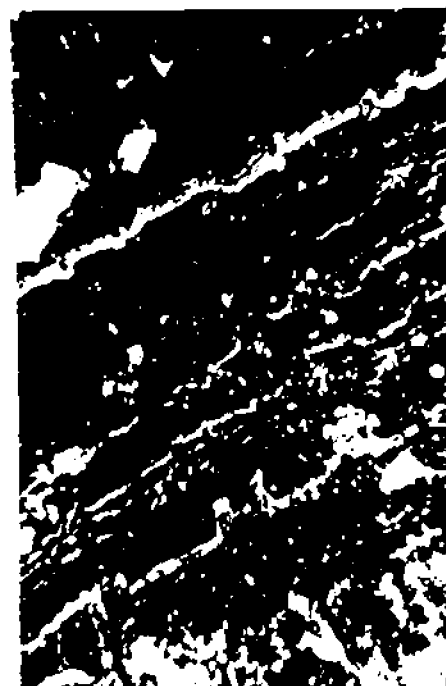


Figure 10-15



Fig. RP-16 (N.O.-74)

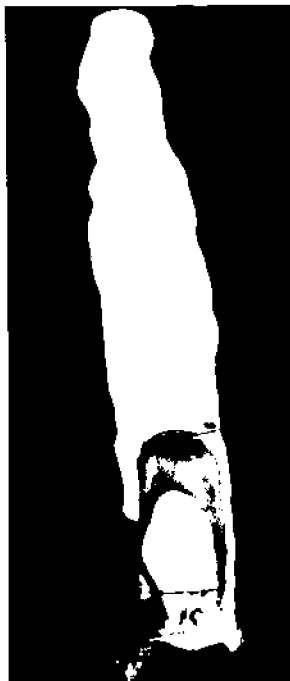


Fig. RP-17 (N.O.-75)



Fig. NE-1 (N.O.-76)



Fig. NE-3 (N.O.-78)



Fig. NE-2 (N.O.-77)

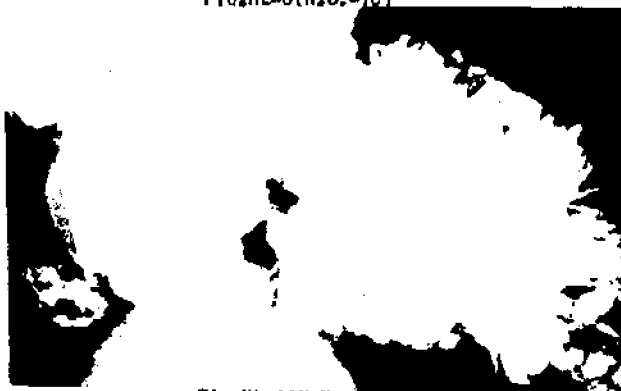


Fig. NE-4 (N.O.-79)



Fig. NE-5 (N.O.-80)

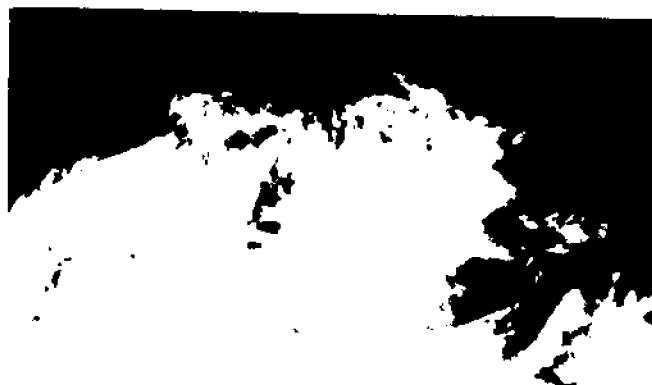
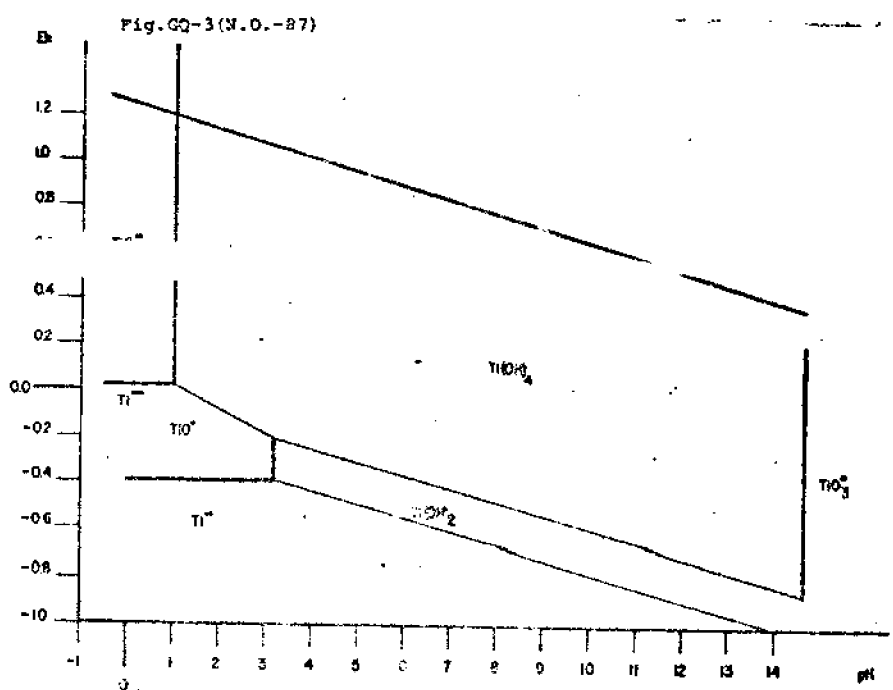
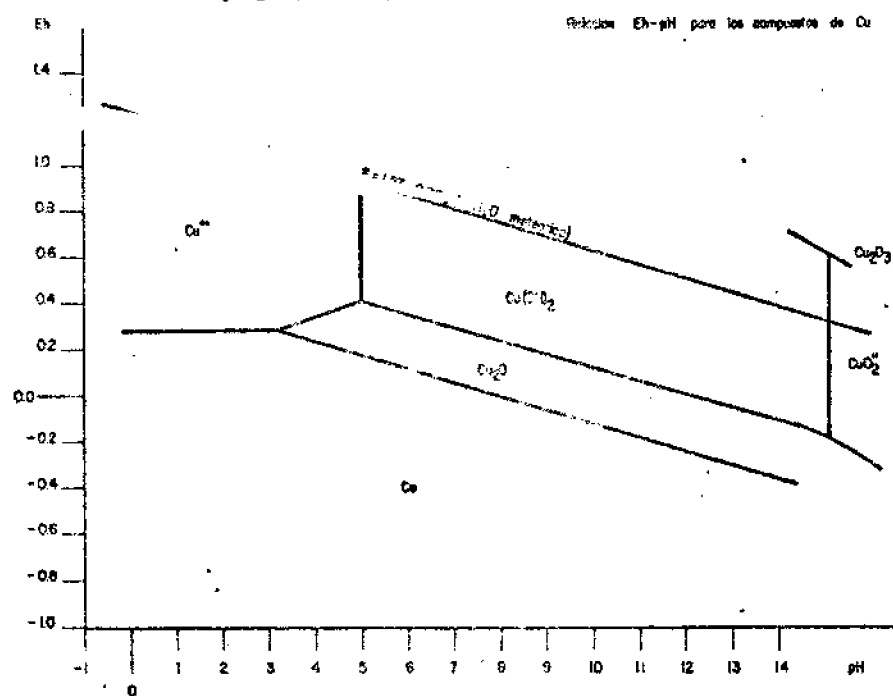
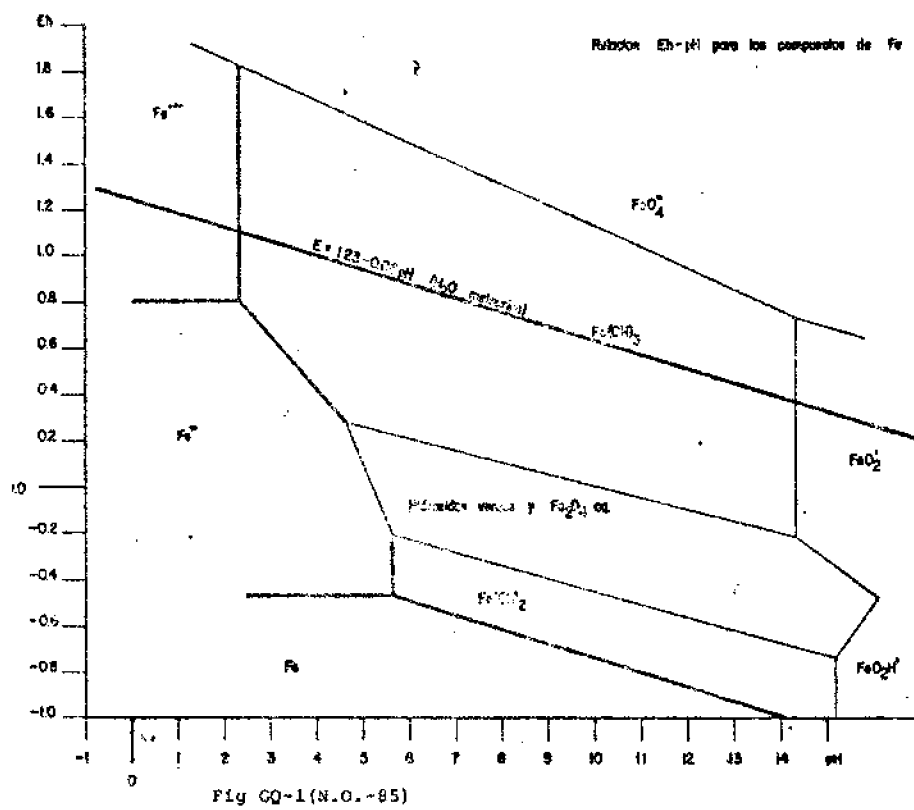


Fig. NE-6 (N.O.-81)



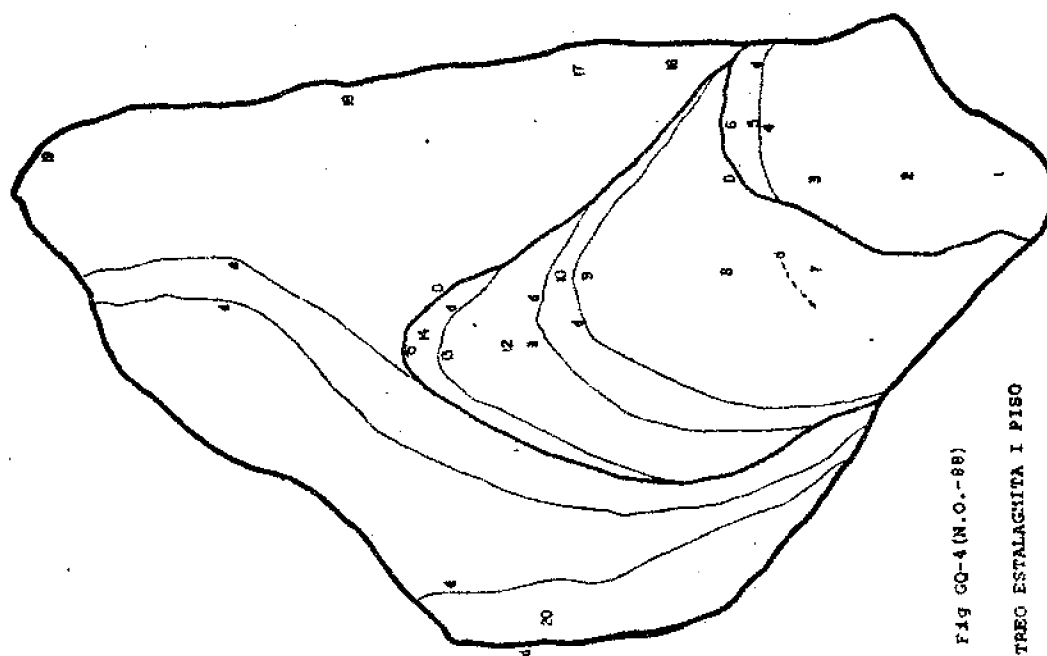


Fig QQ-4 (N.O.-88)
MUESTRO ESTALAGMITA I PISO

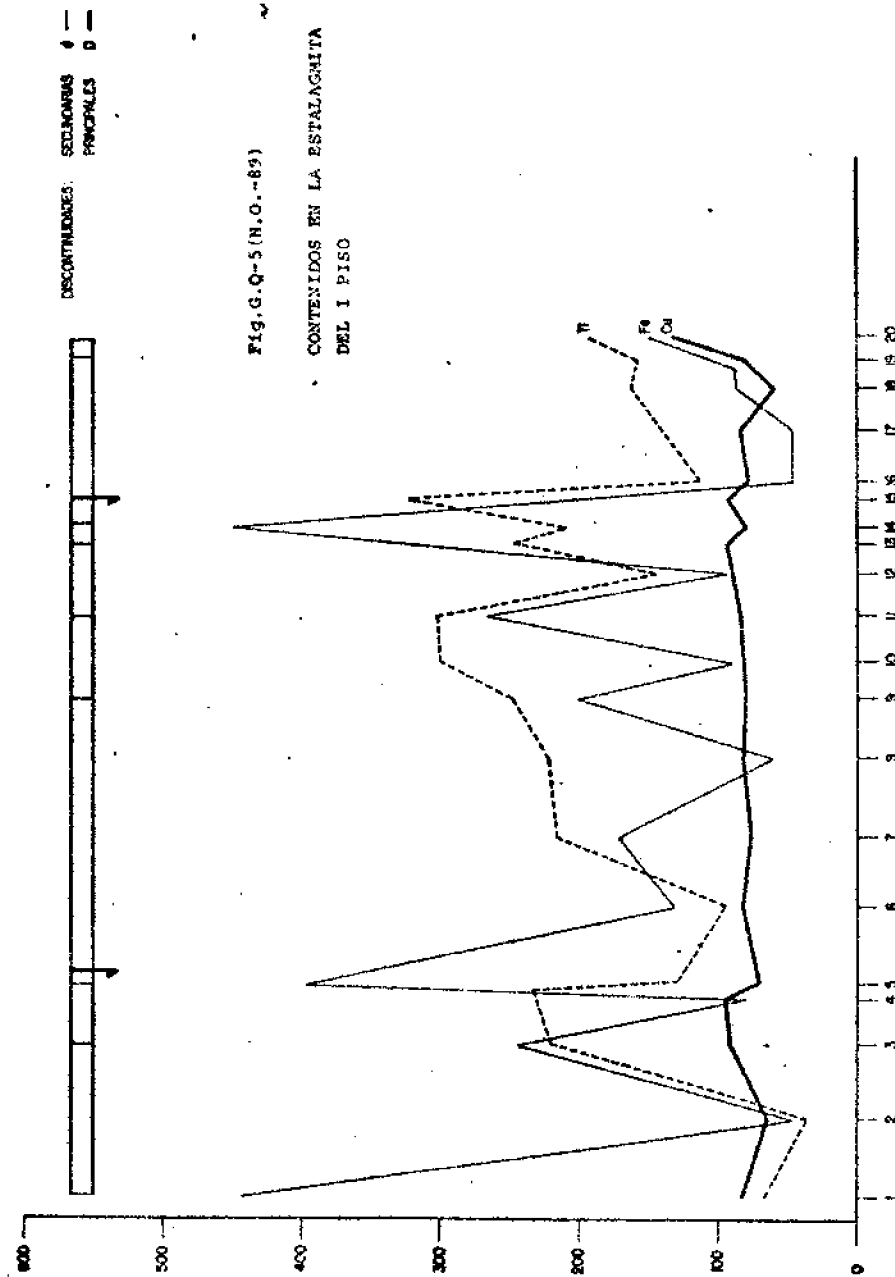


Fig.G.Q-5 (N.O.-89)
CONTENIDOS EN LA ESTALAGMITA
DEL I PISO

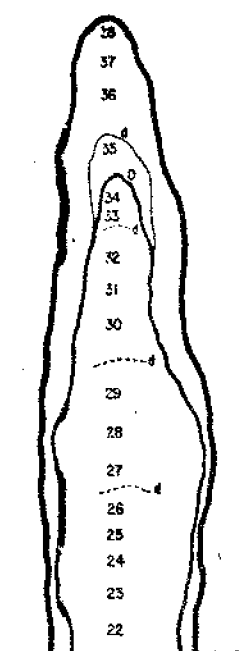
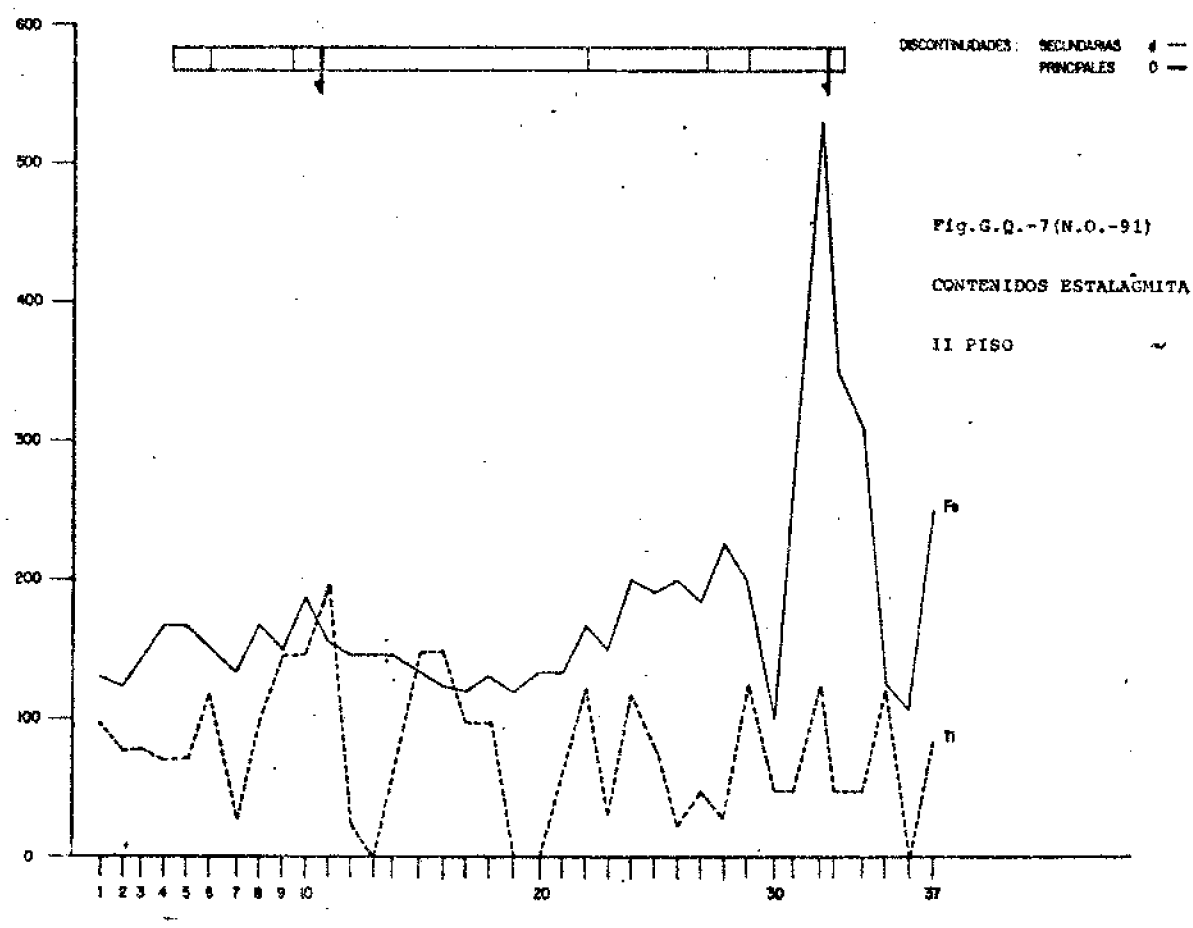
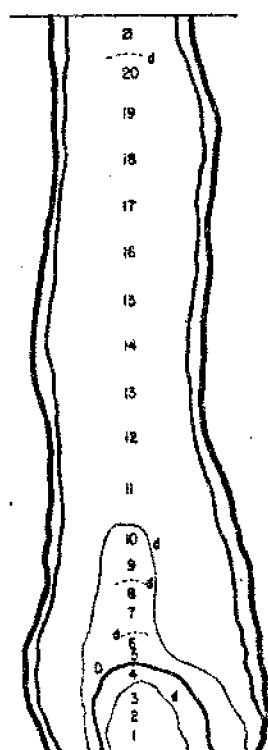


Fig.G.Q.-6(N.O.-90)
MUESTREO ESTALAGMITA
II PISO



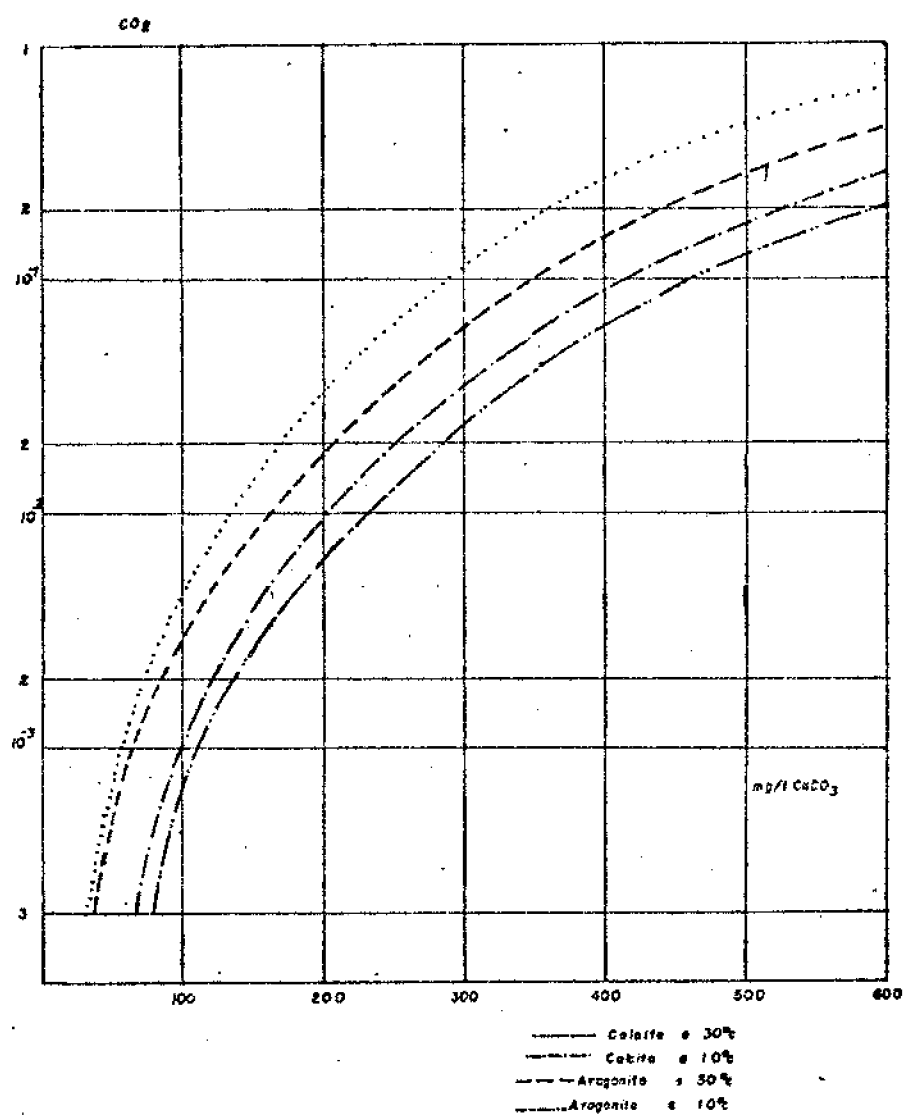
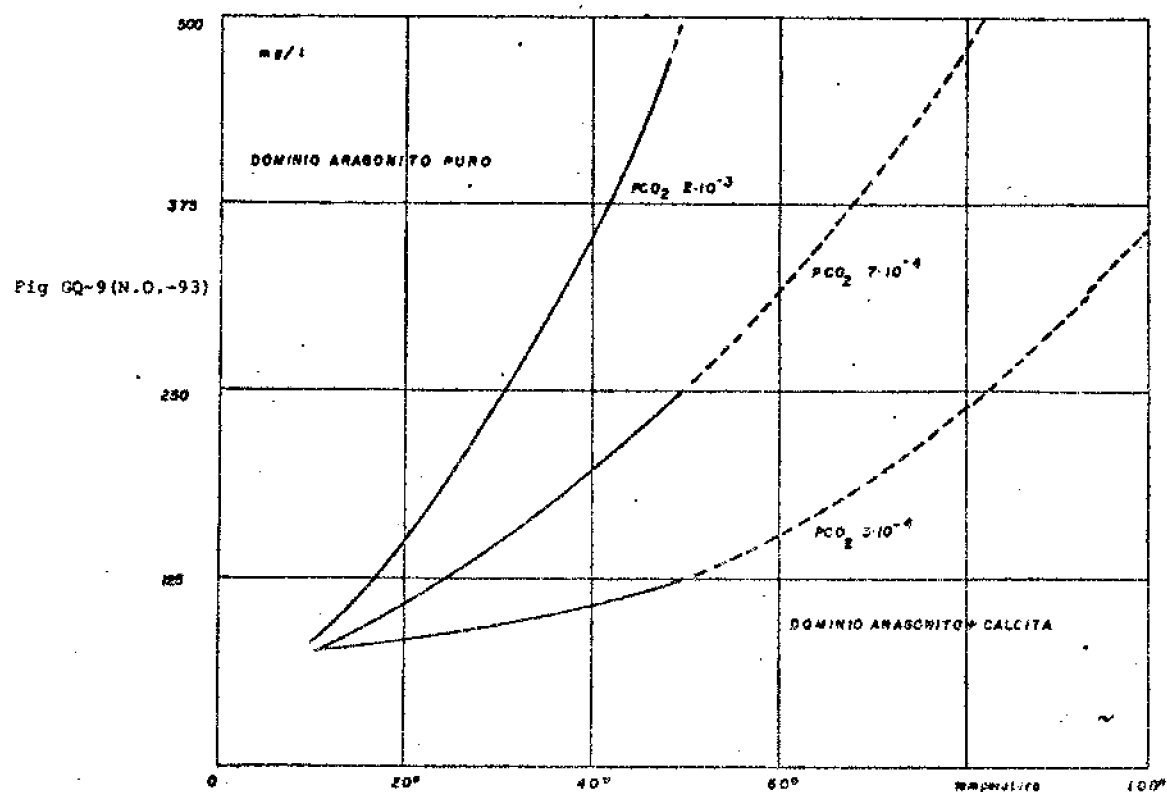


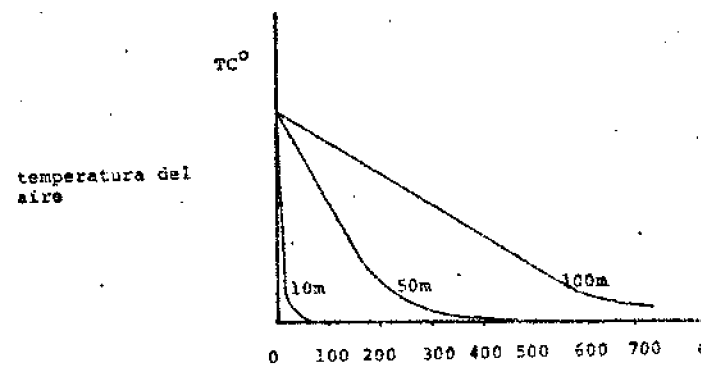
Fig. G.Q.-8 (N.O.-92) DOMINIOS DE ESTABILIDAD DE CALCITA Y ARAGONITO A t Cte. En funcion de la presion parcial de carbonico y de la concentracion.

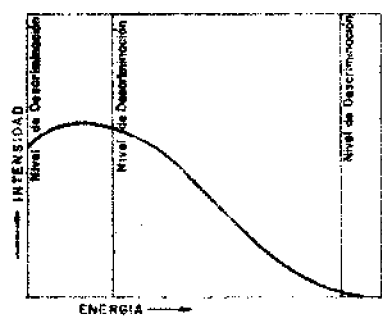


DOMINIOS DE ESTABILIDAD DE CALCITA Y ARAGONITO A P_{CO_2} Ct.e. En funcion de la temperatura y la concentracion.

Fig. G.Q.-10 (N.O.-93bis) VARIACIONES DE LA TEMPERATURA EN UNA GRUTA SEGUN LA POTEICIA DE LA COBERTERA (CLARK).

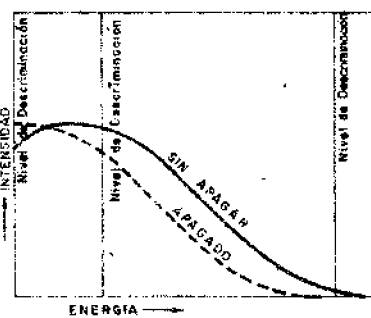
conductividad $k = 6,2 \cdot 10^{-3}$ C.G.S.
calor especifico 0,2 C.G.S.
masa volumica 2,7 C.G.S.





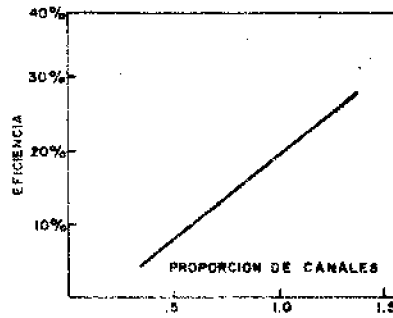
ESPECTRO BETA

Fig.D.A.-1 (N.O.-94)



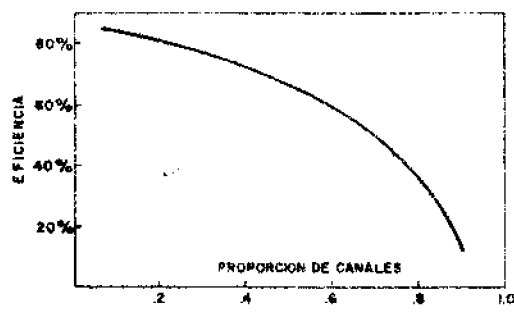
ESPECTRO BETA Y EFECTO DE APAGADO

Fig.D.A.-2 (N.O.-95)



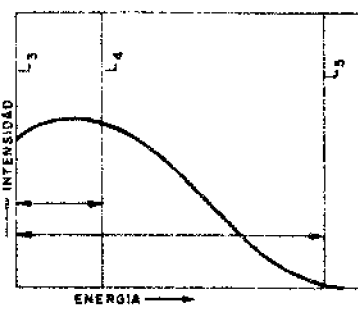
CURVA DE EFICIENCIA

Fig.D.A.-4 (N.O.-97)



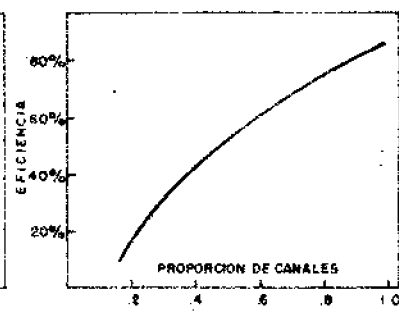
CURVA EFICIENCIA C₁₄

Fig.D.A.-3 (N.O.-96)



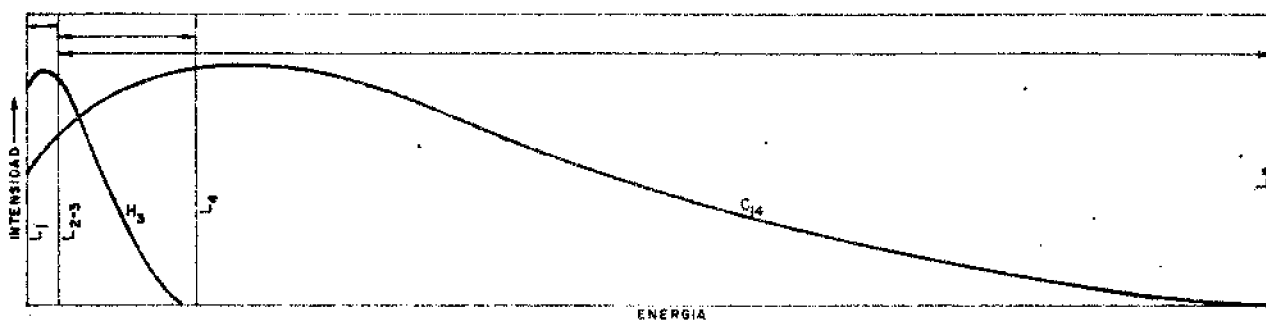
ESPECTRO DEL C₁₄

Fig.D.A.-5 (N.O.-98)



CURVA DE EFICIENCIA C₁₄

Fig.D.A.-3 (N.O.-96b)



DISTRIBUCION DE CANALES PARA MUESTRAS MEZCLADAS DE C₁₄ Y H₃

Fig.D.A.-5 (N.O.-99)

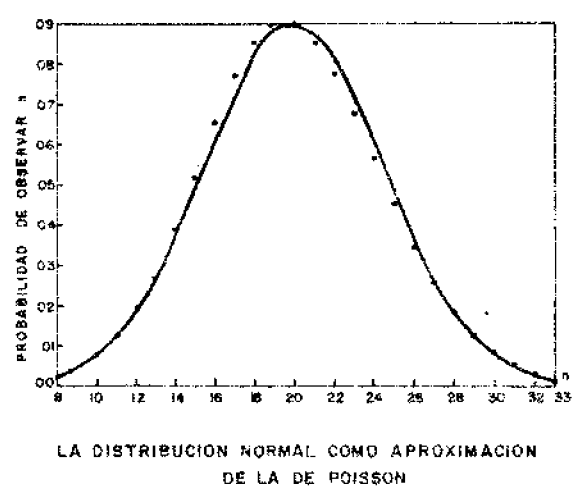


Fig.D.A.-7(N.O.-100)

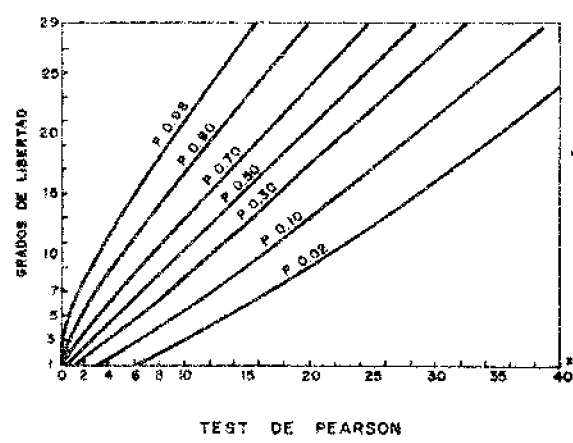


Fig.D.A.-8(N.O.-101)

Fig.D.A.-9(N.O.-102)

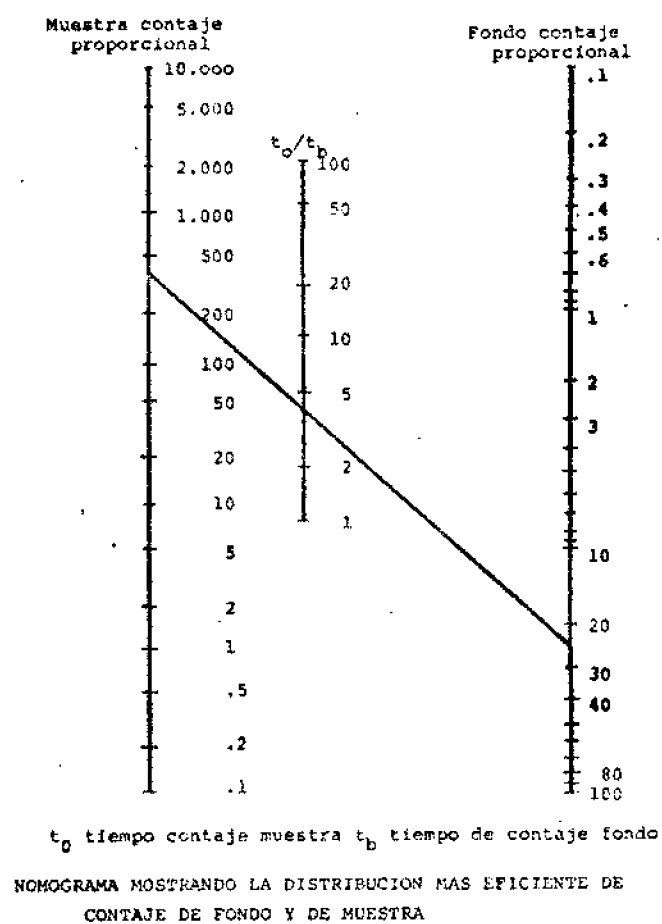


Fig.D.A.-10(N.O.-103)

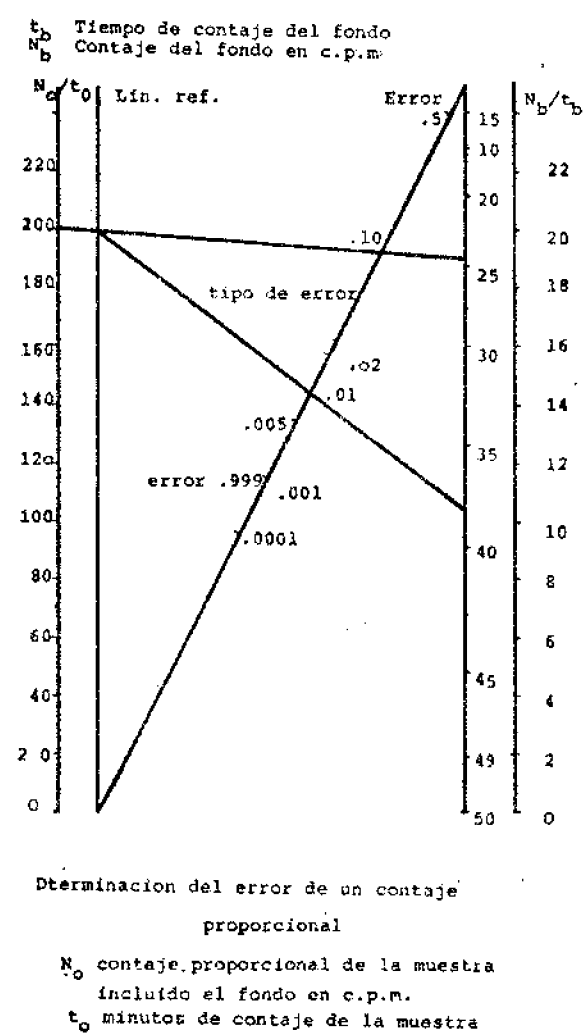




Fig. 7 (I.O.-83)



Fig. 8 (I.O.-83)

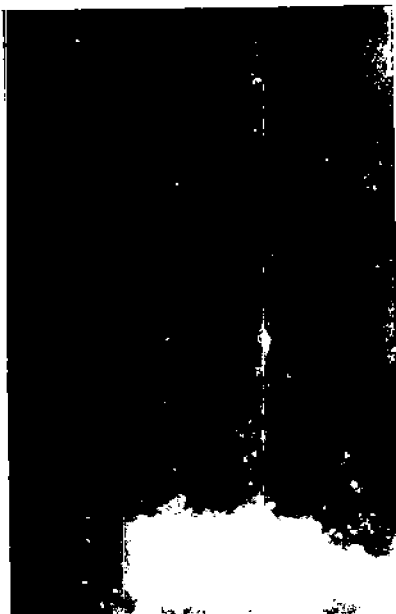


Fig. 9 (I.O.-84)

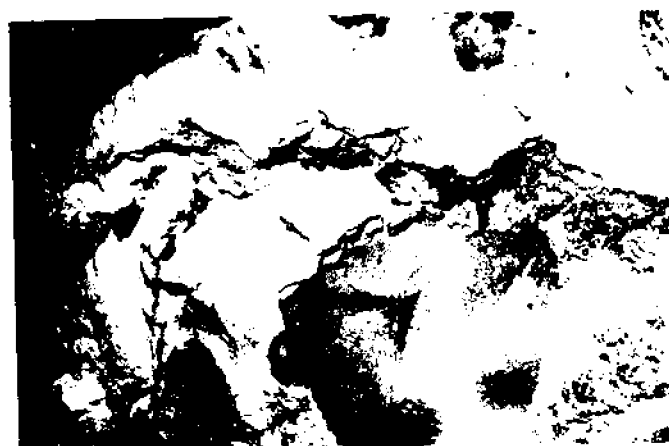


Fig. 10 (I.O.-104)

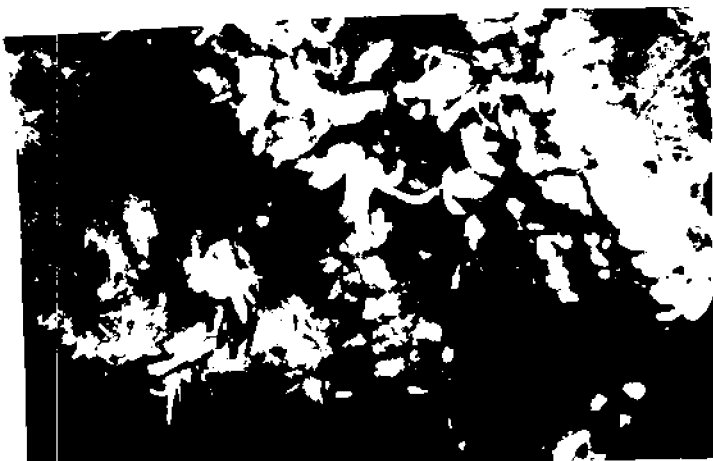


Fig. 11 (I.O.-105)

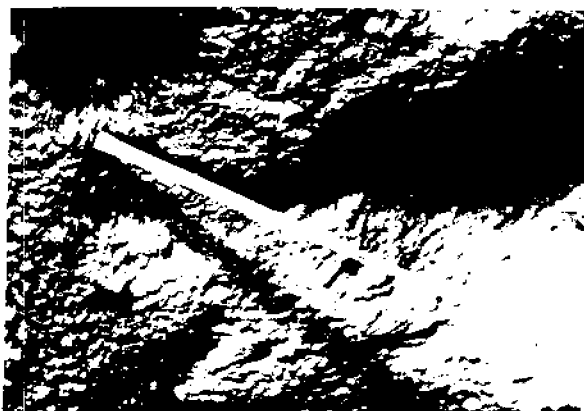


Fig. RP-2 (I.O.-105)

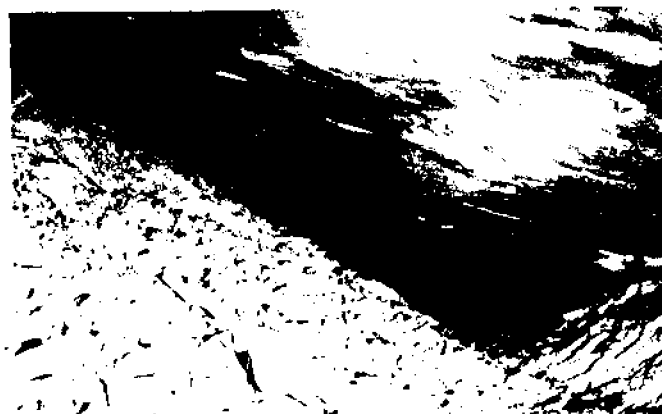


Fig. RP-1 (I.O.-127)

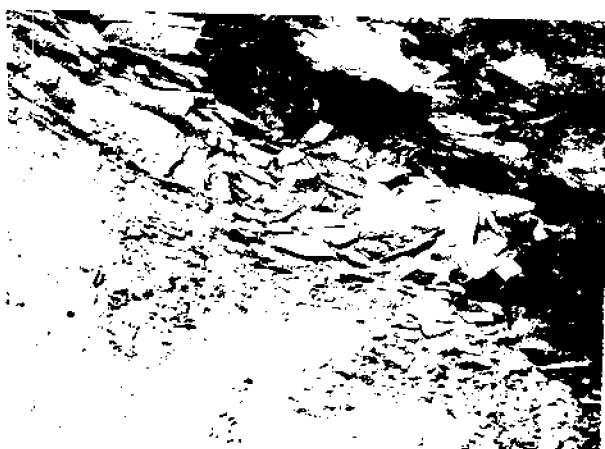


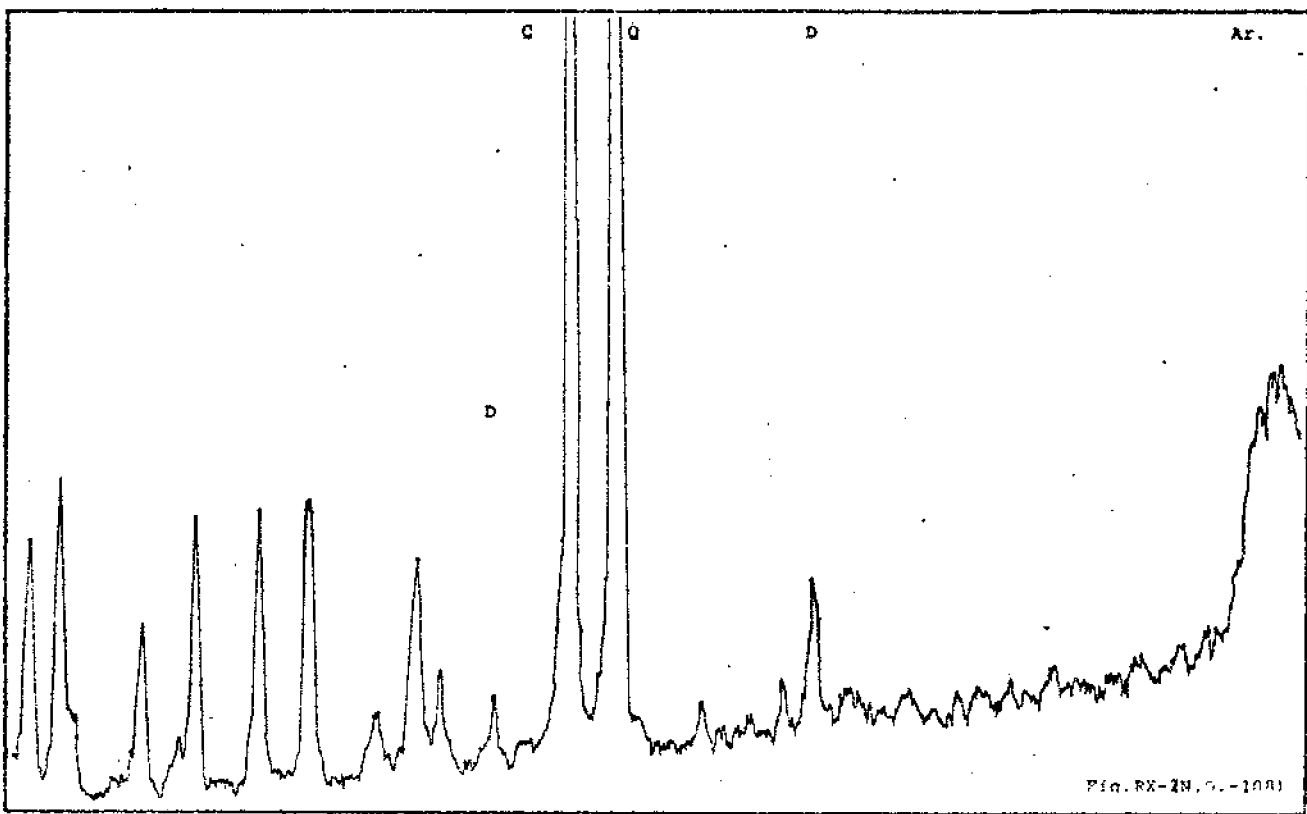
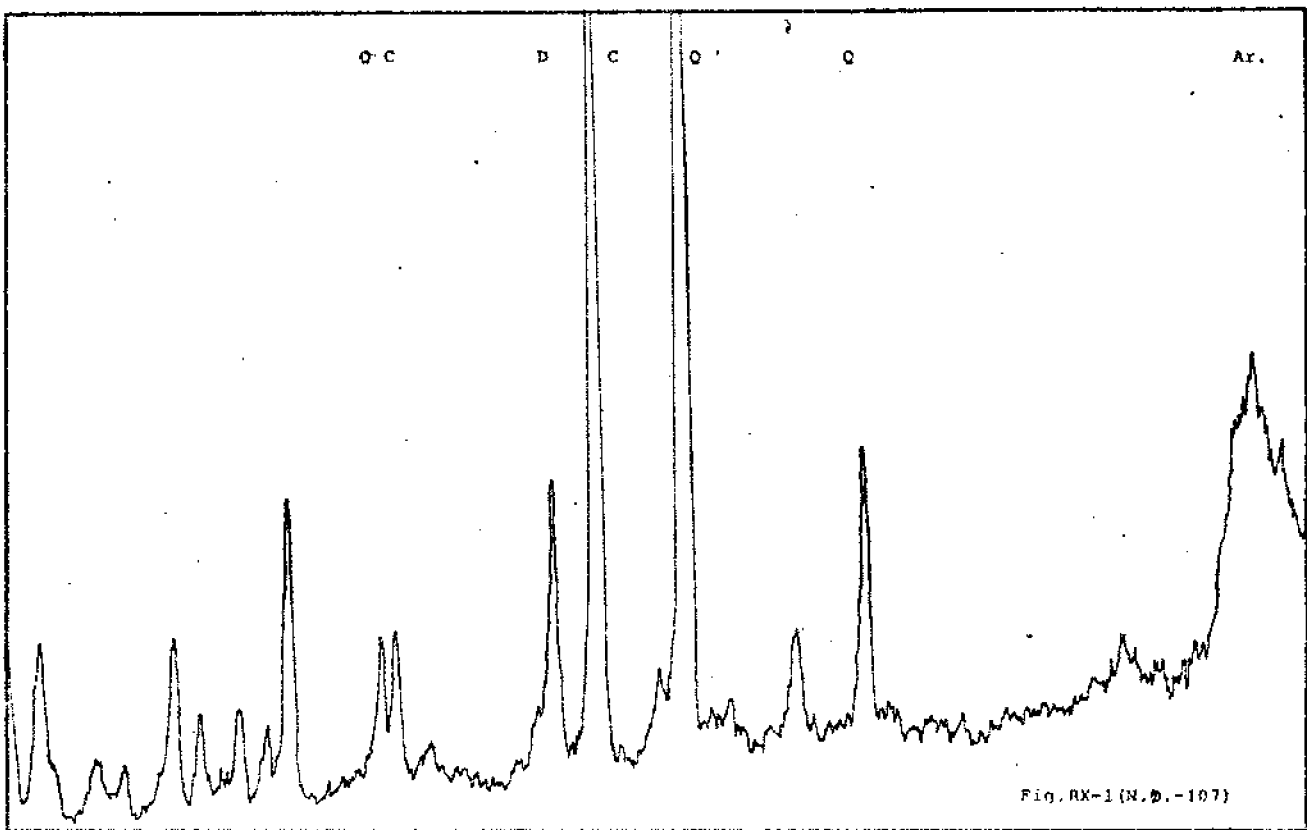
Fig. RP-2 (I.O.-128)

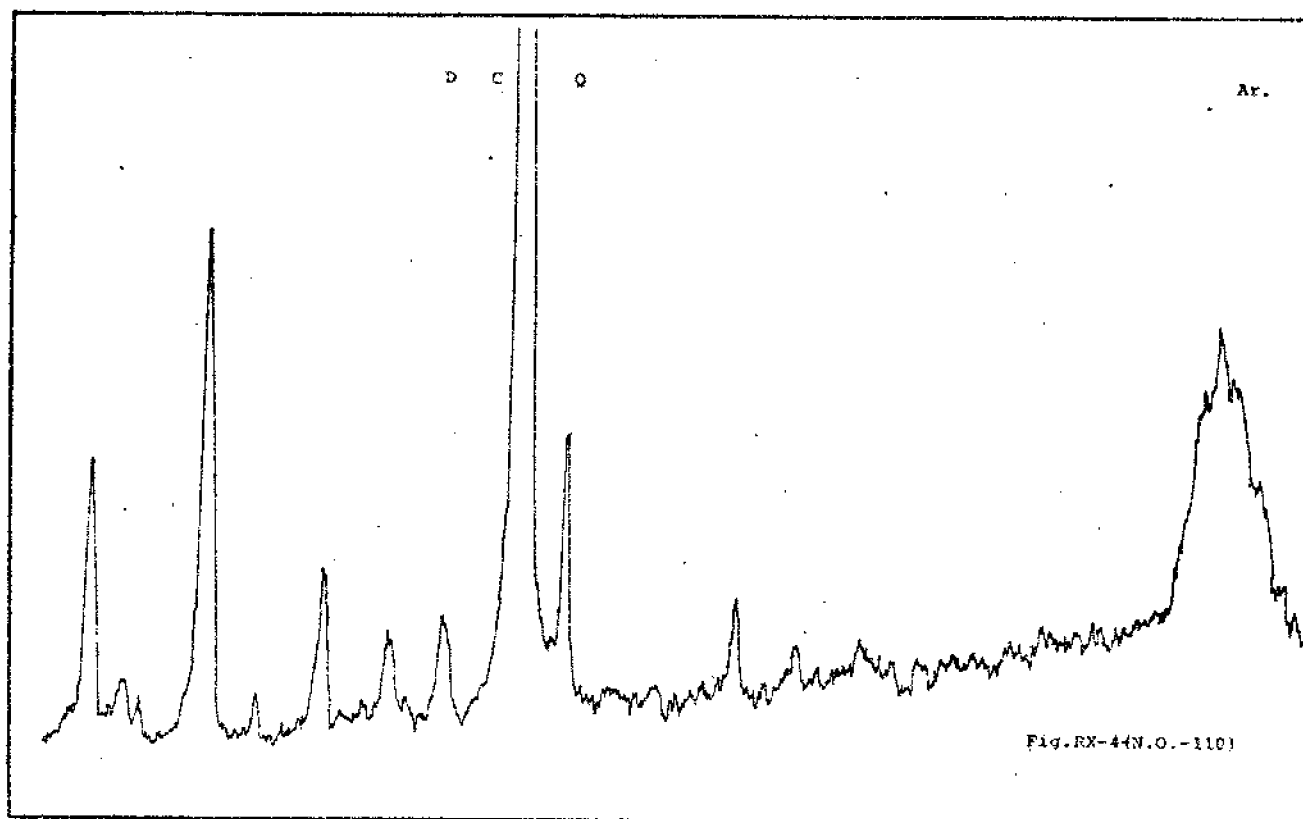
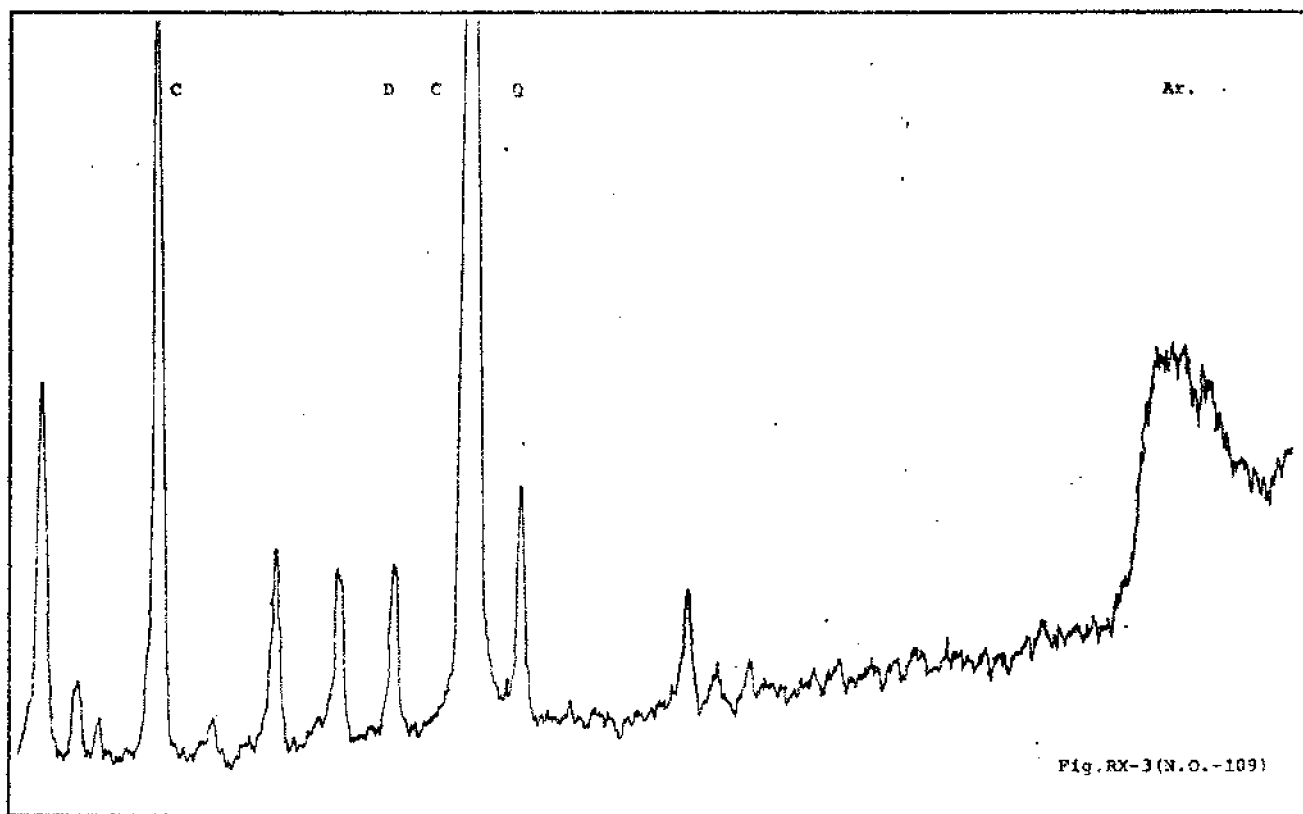


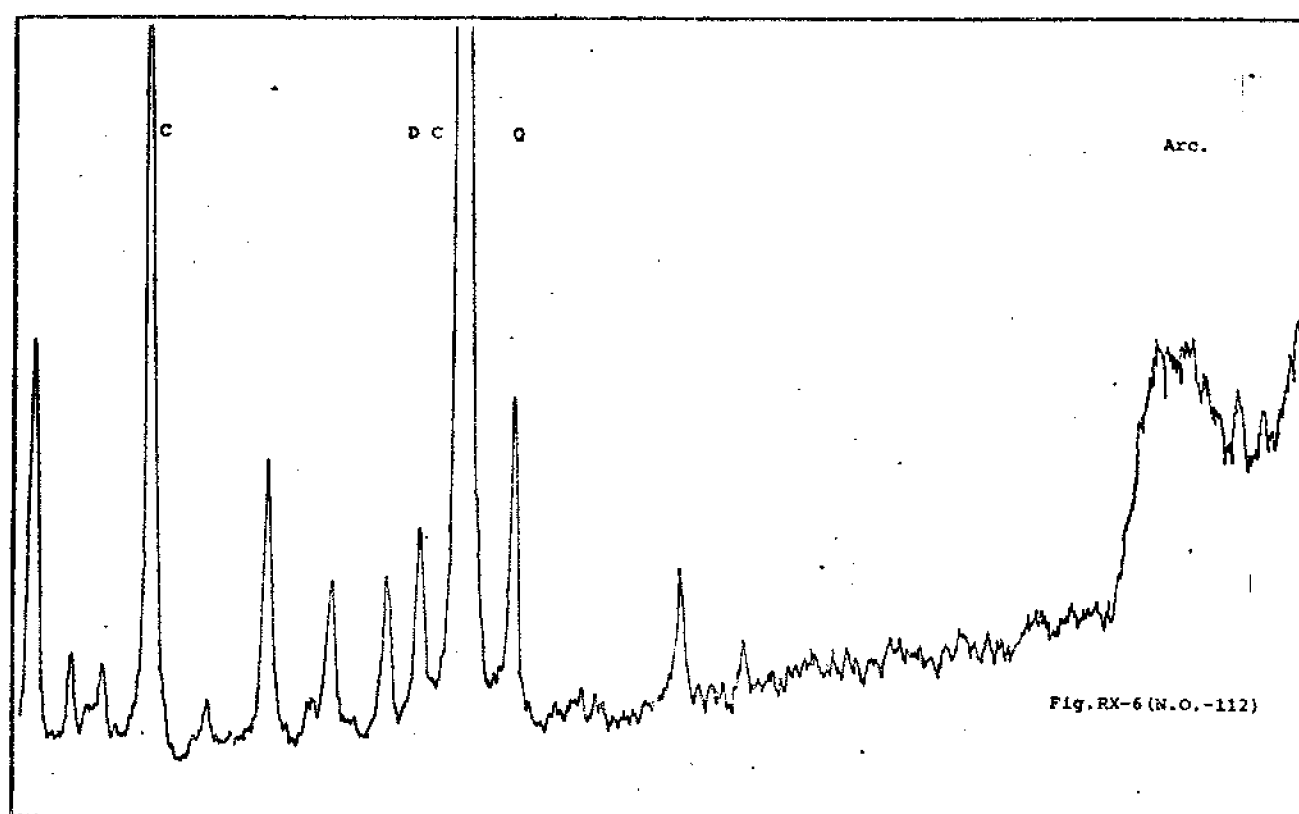
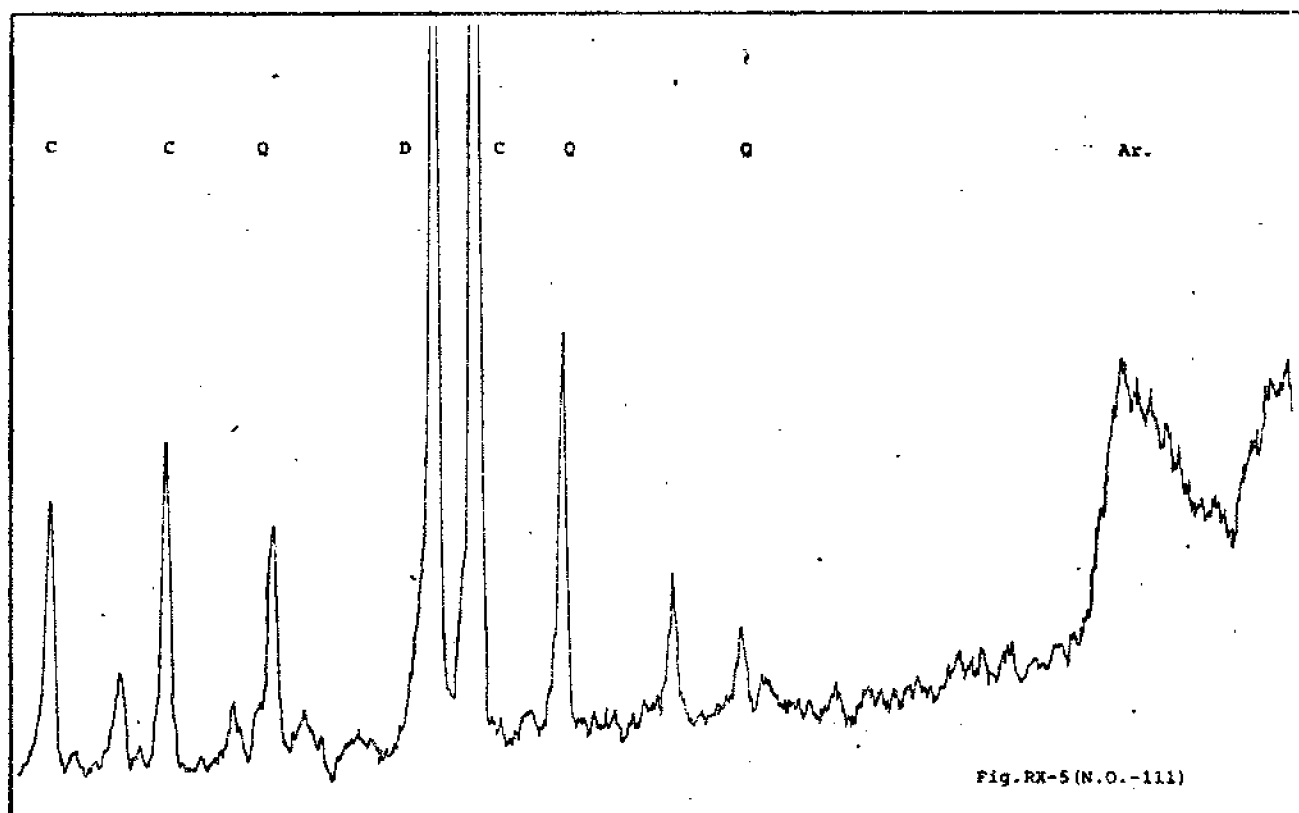
Fig. RP-3 (I.O.-125)

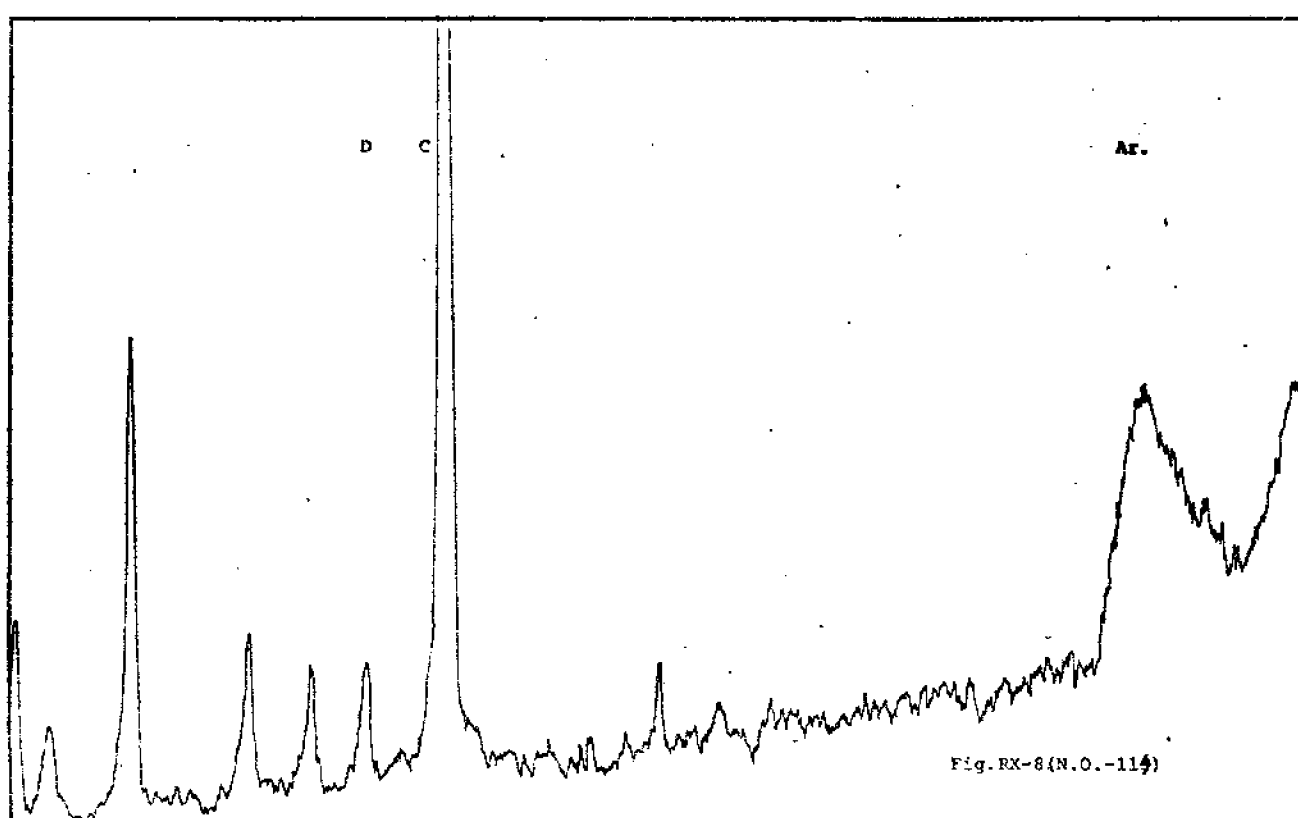
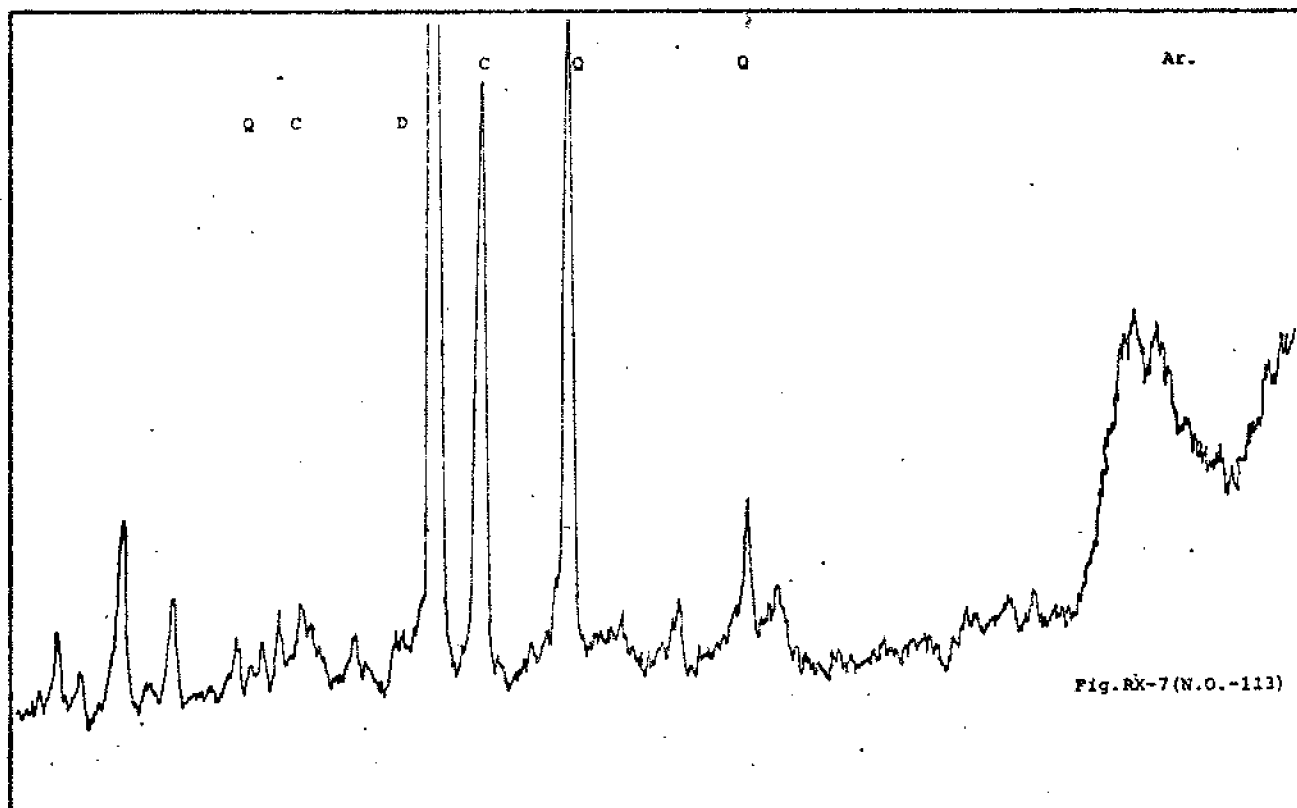


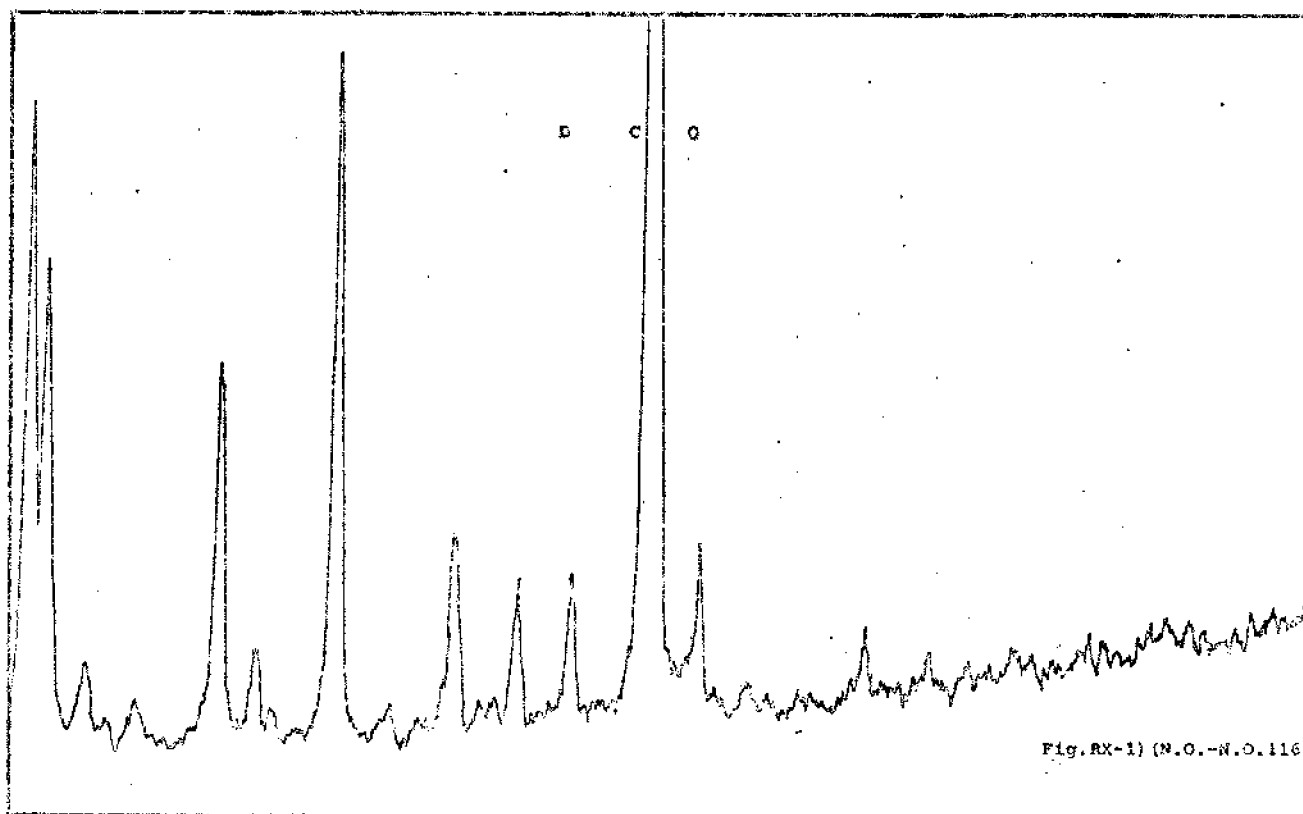
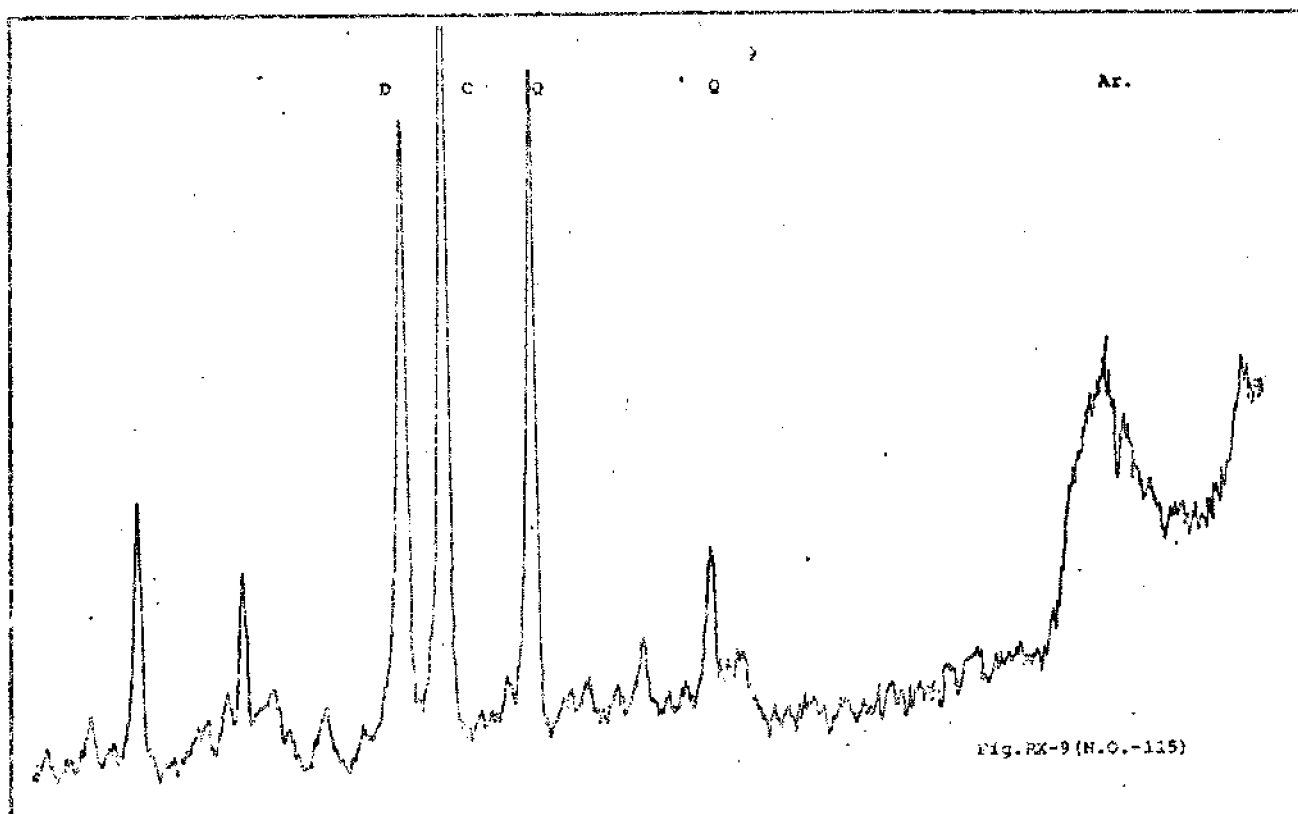
Fig. RP-1 (I.O.-135)

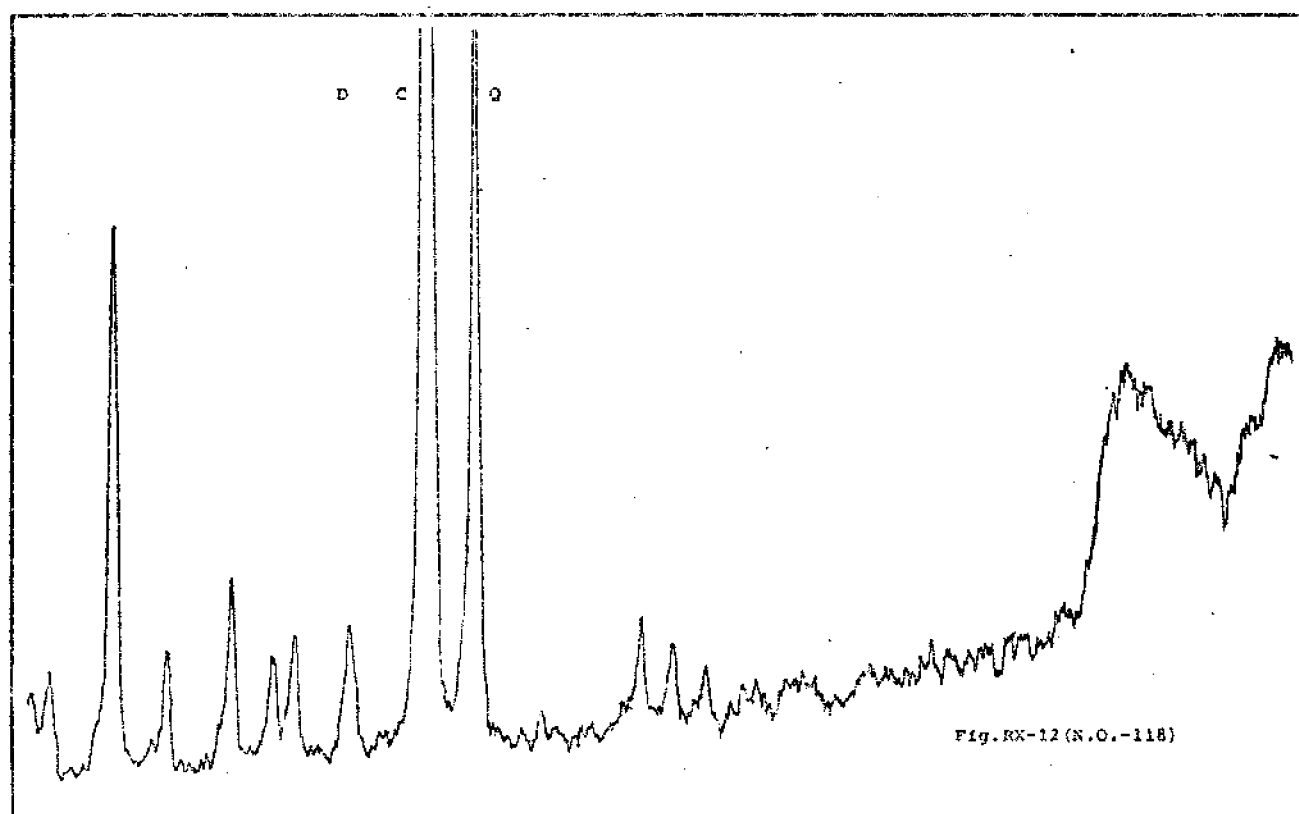
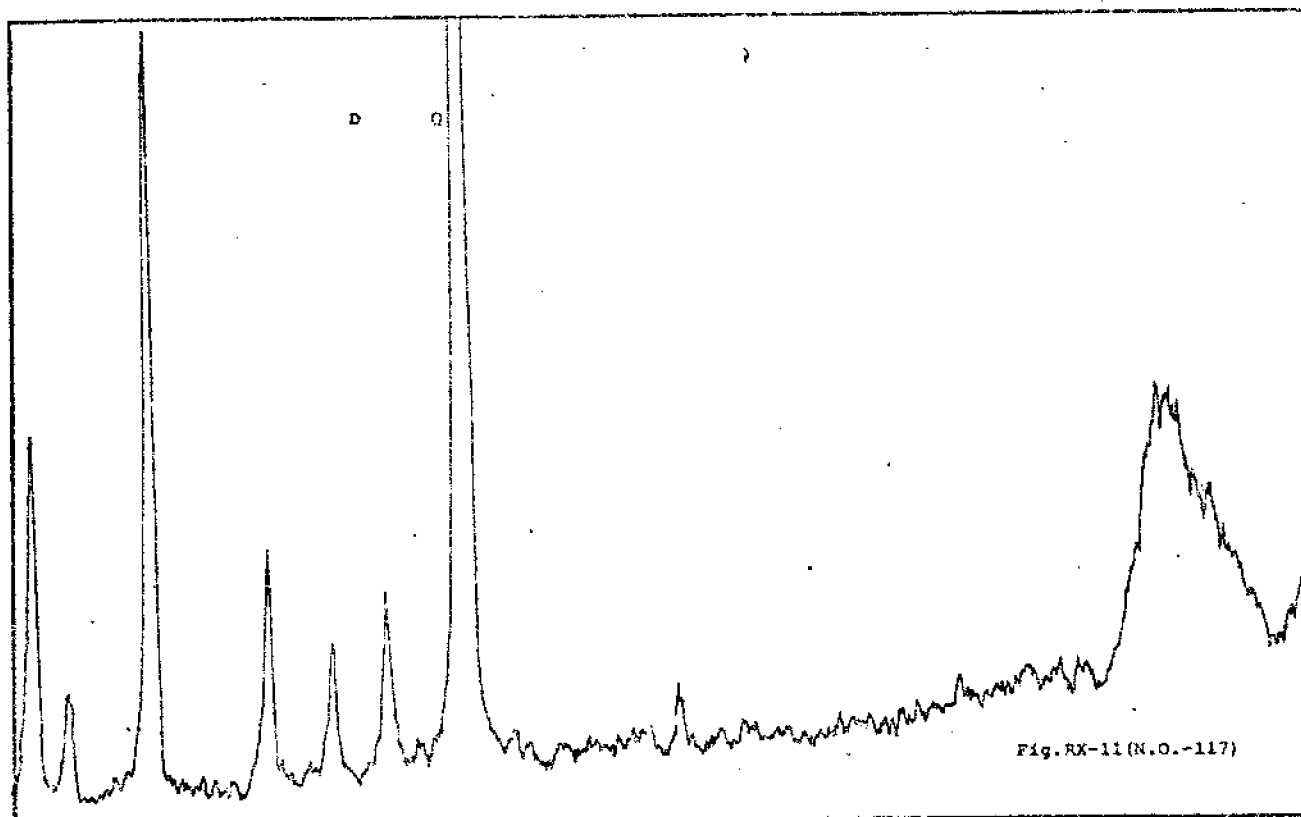












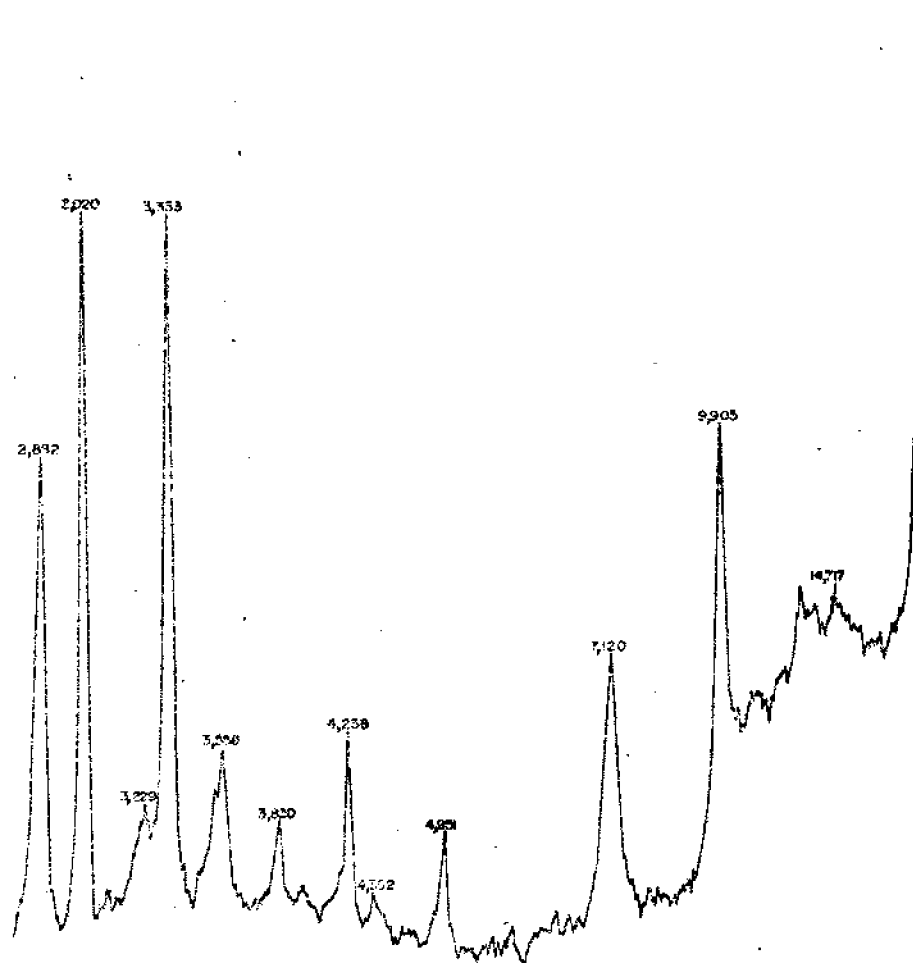
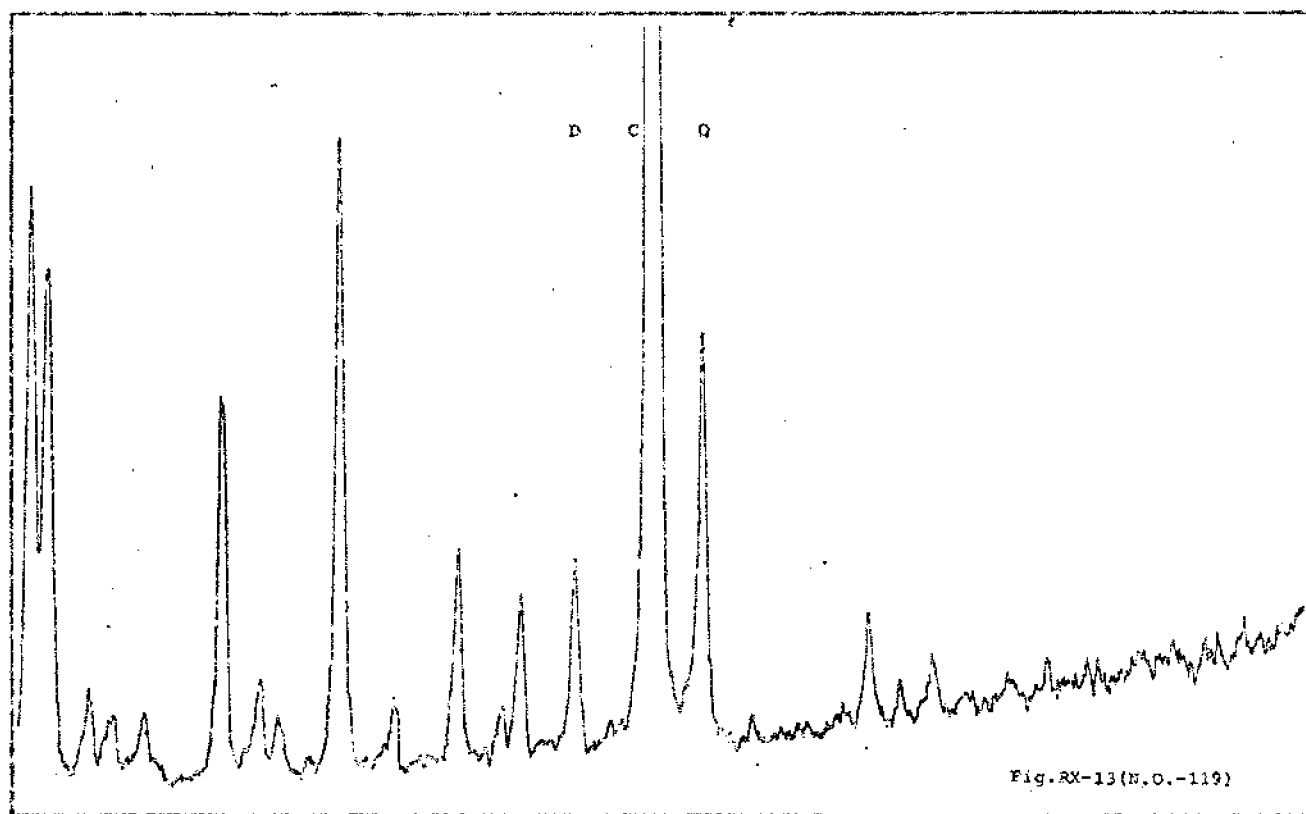


Fig. RX-14 (N.O.-120)
 De la Tesis Doctoral del Dr. Corchon.
 Determinaciones del Dr. Martin Pozas.

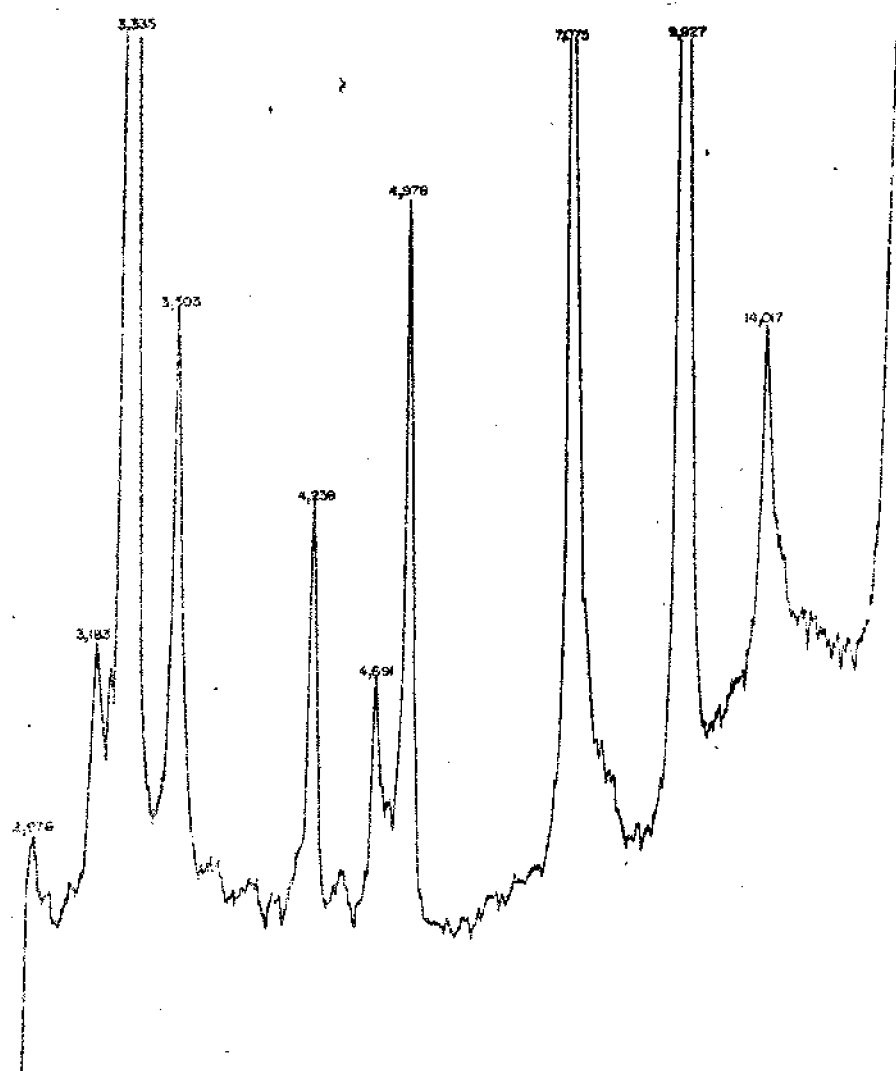


Fig. RX-15 (N.O.-121)
De la Tesis Doctoral del Dr. Corchon
Determinaciones del Dr. Martin Pozas

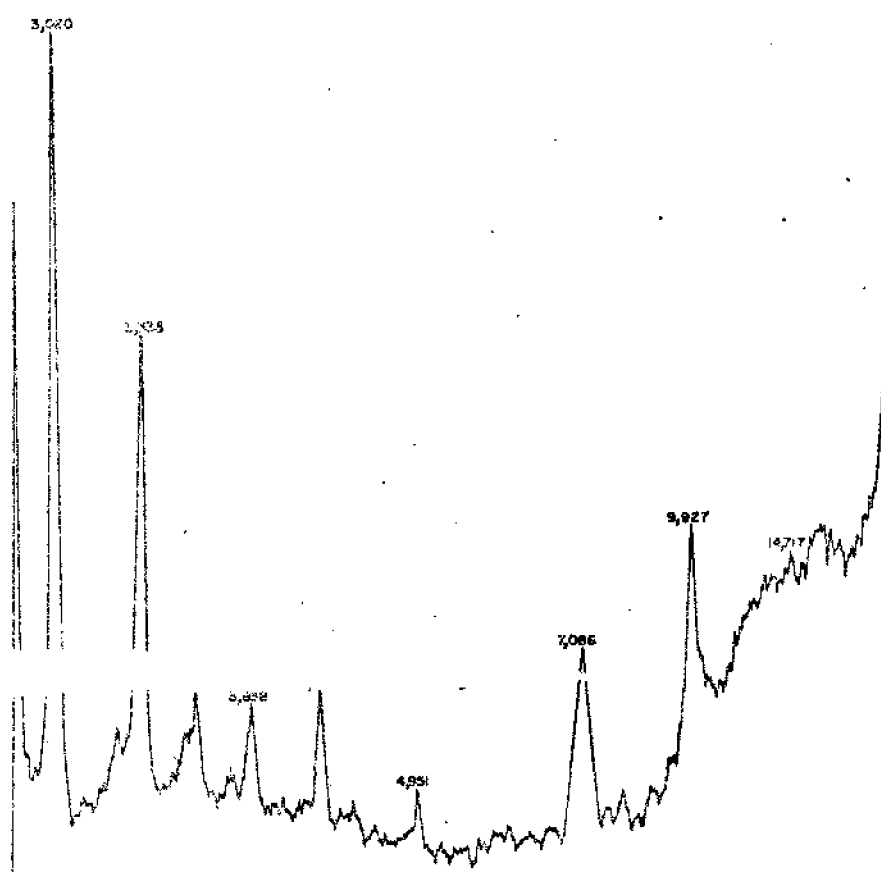


Fig. RX-16 (N.O.-122)
De la Tesis Doctoral del Dr. Corchon

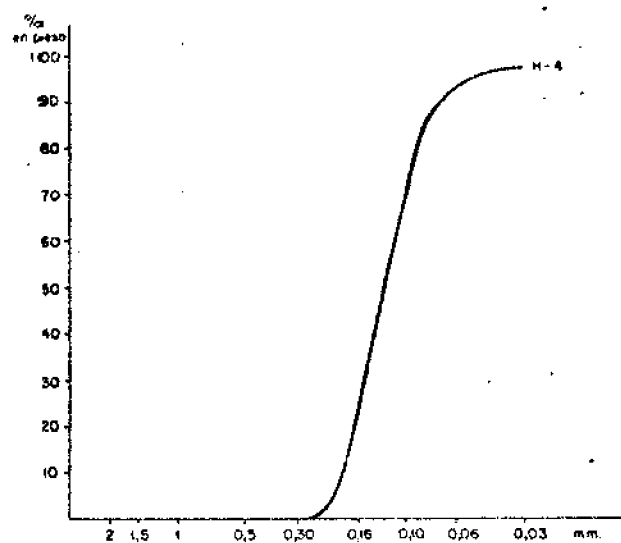


Fig. GR.-1 (N.O.-123)

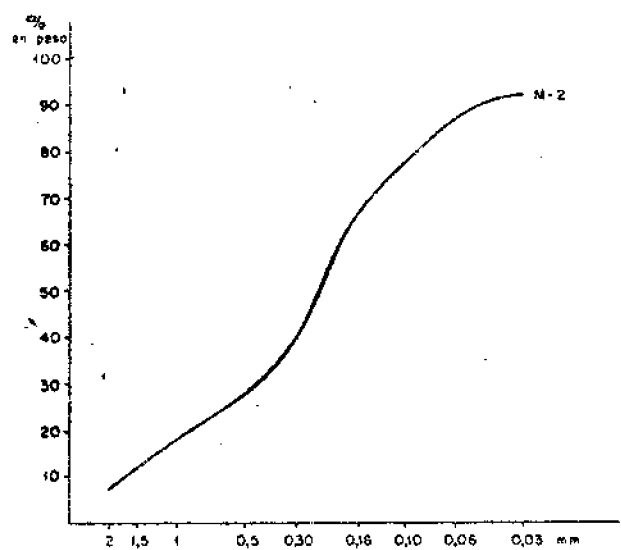


Fig. GR.-2 (N.O.-124)

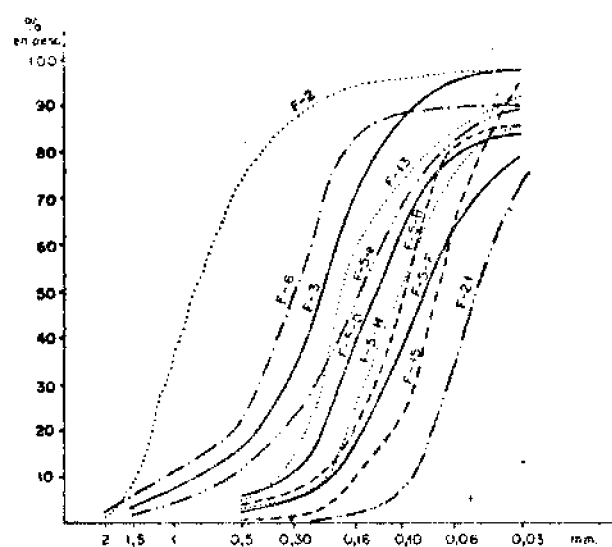


Fig. GR.-3 (N.O.-125)

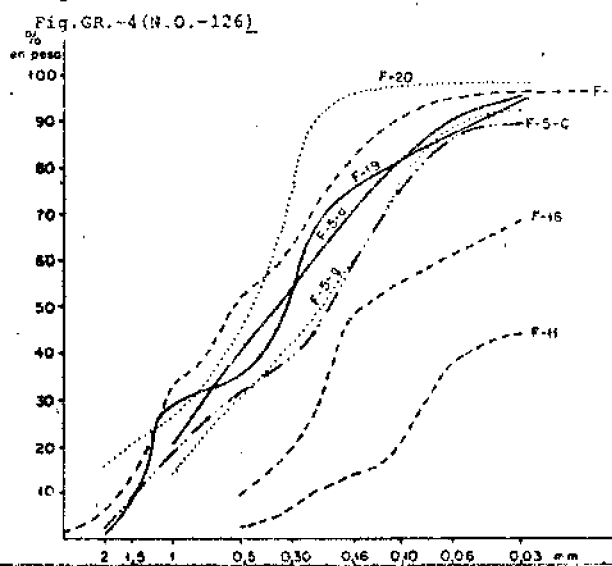


Fig. GR.-4 (N.O.-126)

FIGURA N°12
GRANULOMETRIAS. CURVAS ACUMULADAS DE FRECUENCIAS (I)
(F. CORCHON RODRIGUEZ)

ZONAS DE MUESTREO PARA LA DETERMINACION DE FOSFATOS EN RESTOS OSEOS
EXCAVACION 1967



Fig. RO-1 (N.O.-131)

COLUMNA SEDIMENTOLOGICA DE LA ZONA DEL HUNDIMIENTO

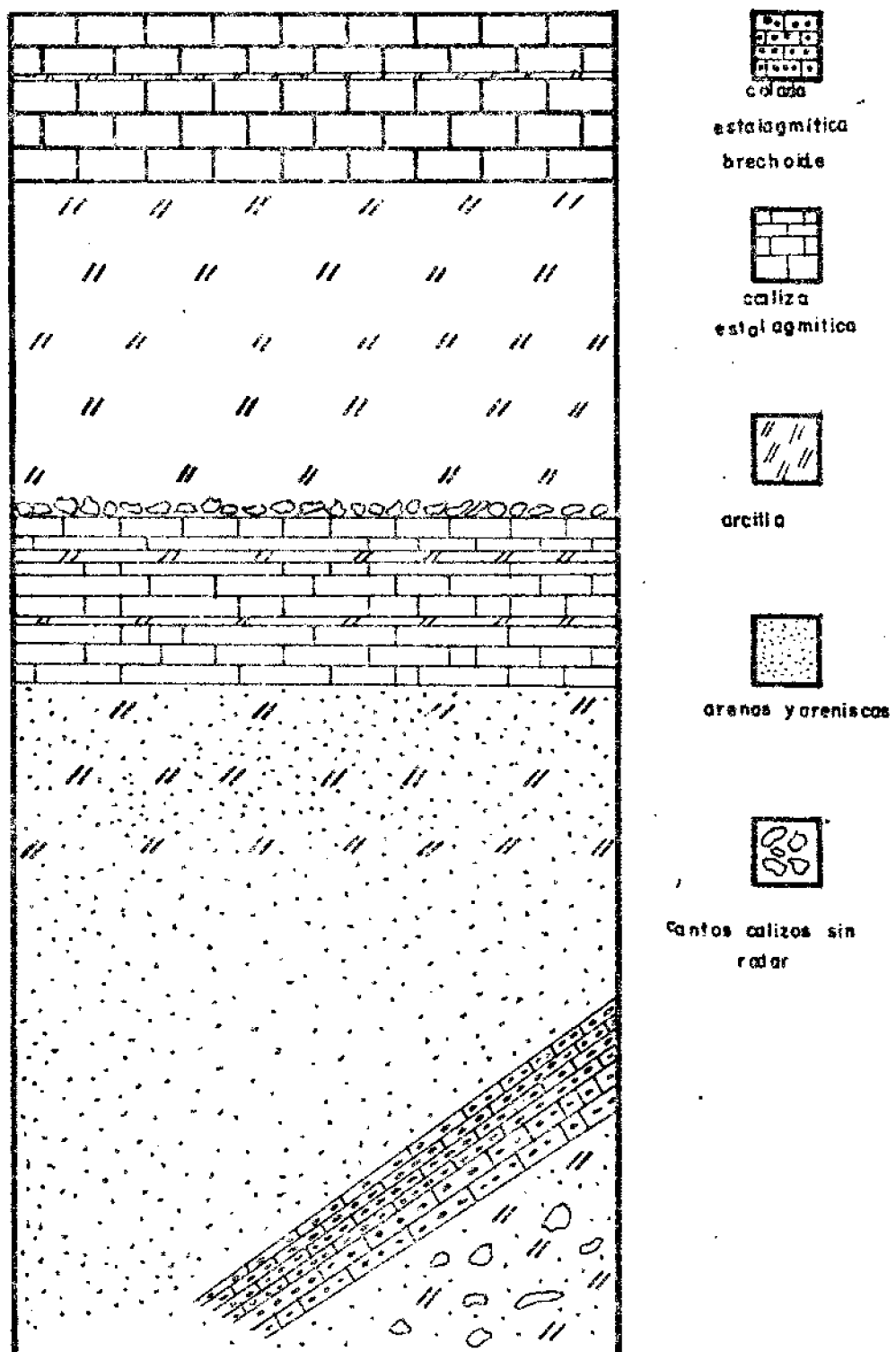


Fig. RP-19 (N.O.-133)

escala 1:20

CUEVA DEL REGUERILLO

PUNTOS DE TOMA DE MUESTRA

- . arcilla o arena
- + caliza estalagmitica

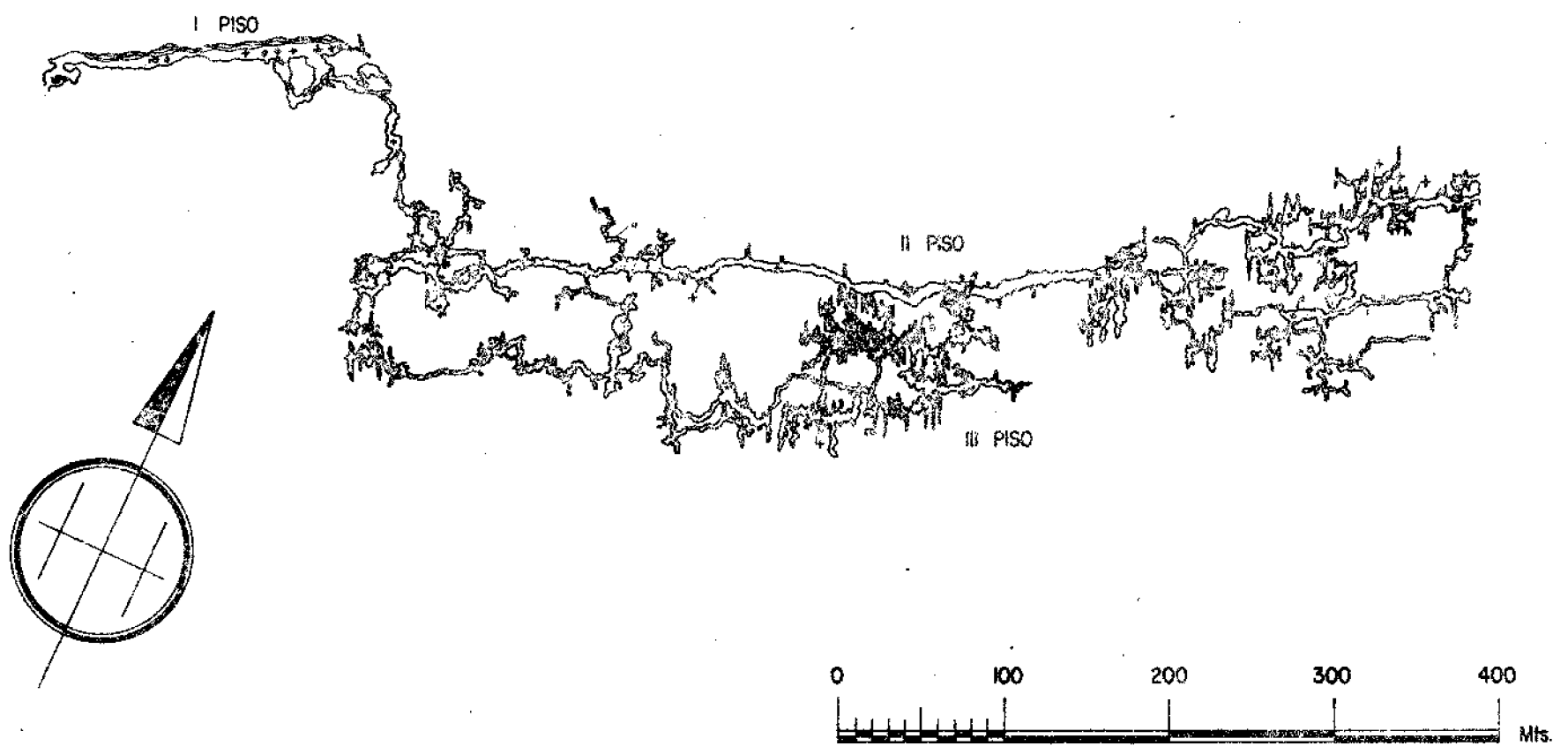


Fig.MM-1 (N.O-134)



1965 - 1966

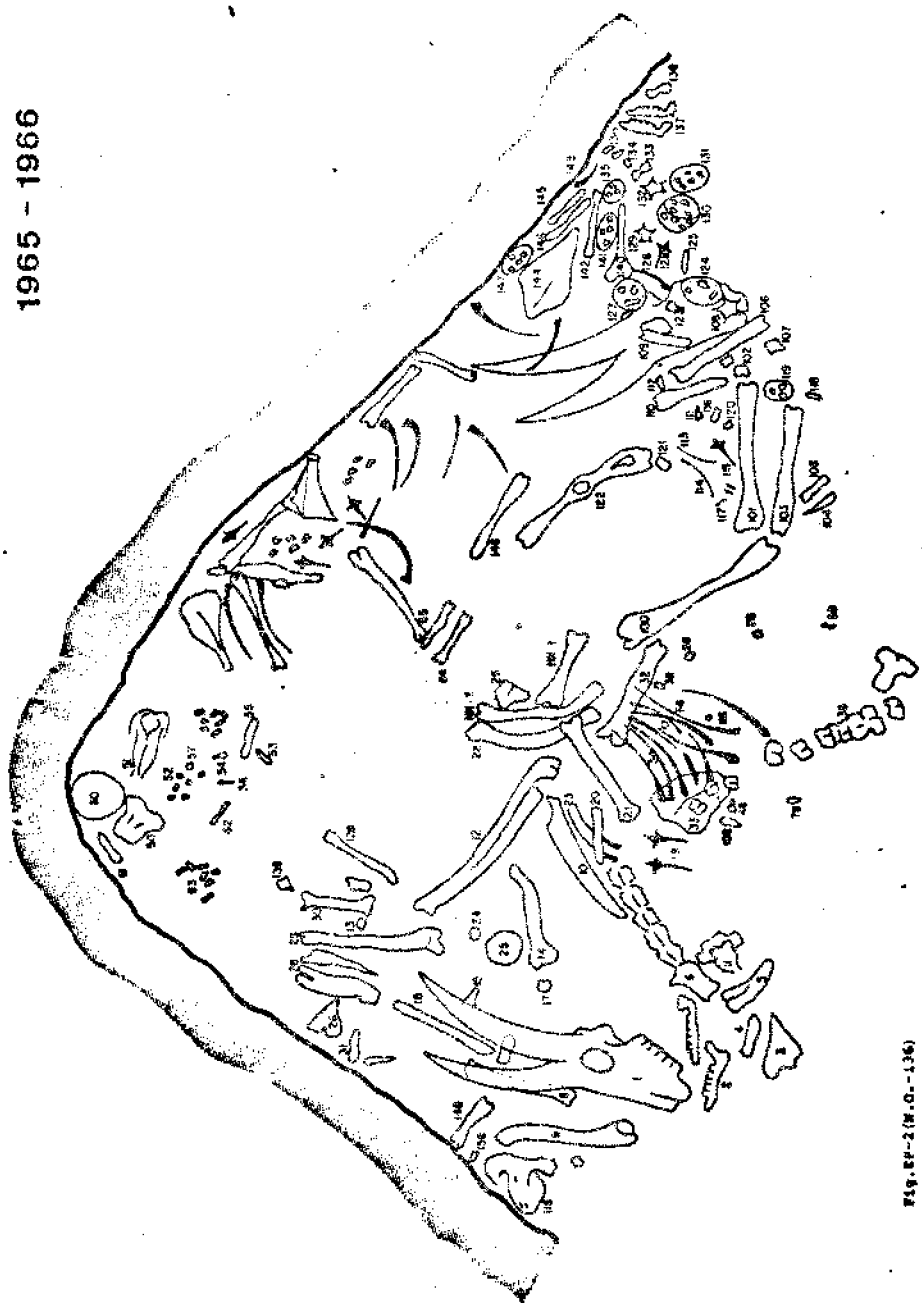


Fig. 8F-2 (M.G.-136)

prox 1120

excavacion reguerillo

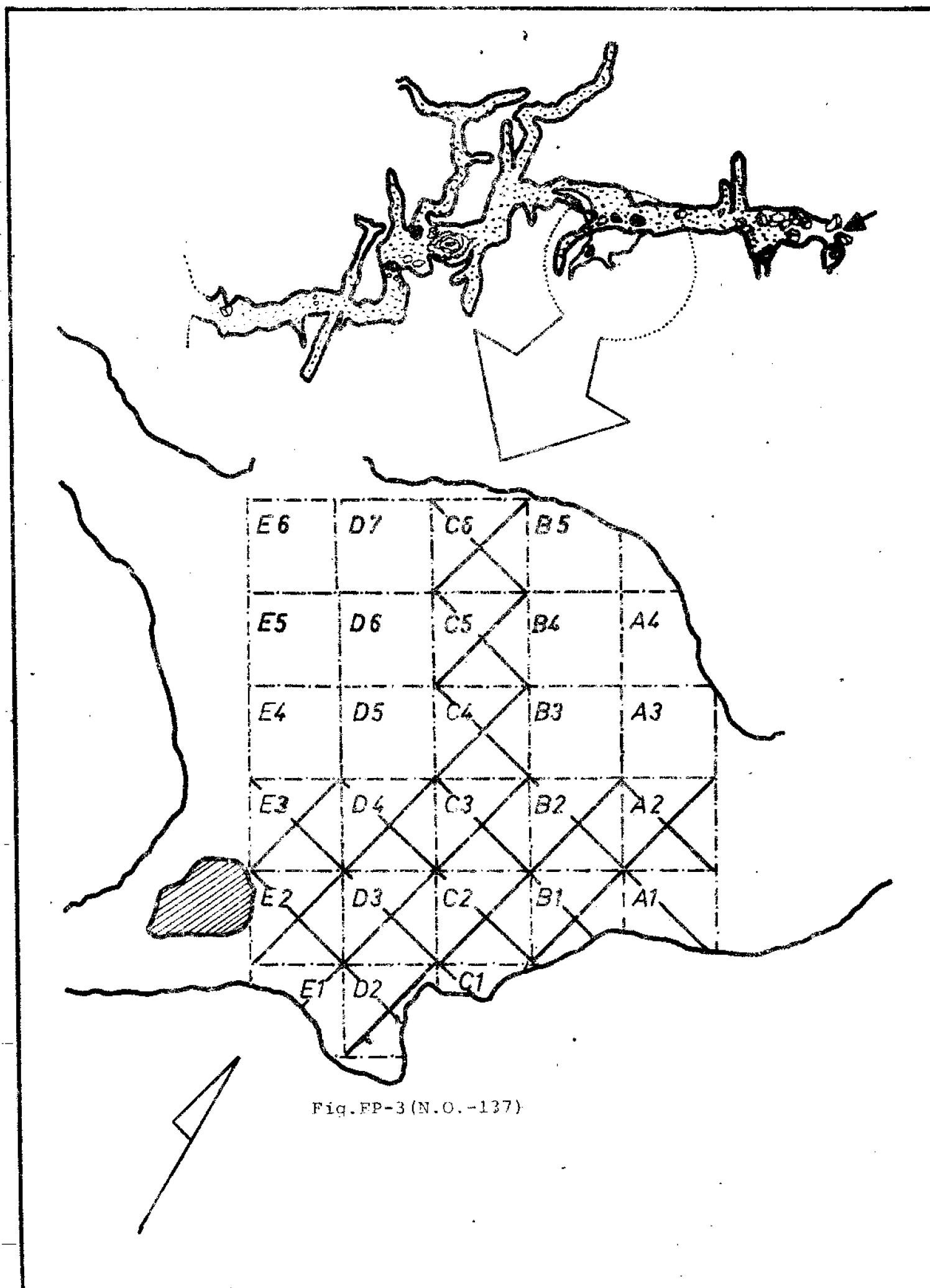


Fig.FP-3(N.O.-137)

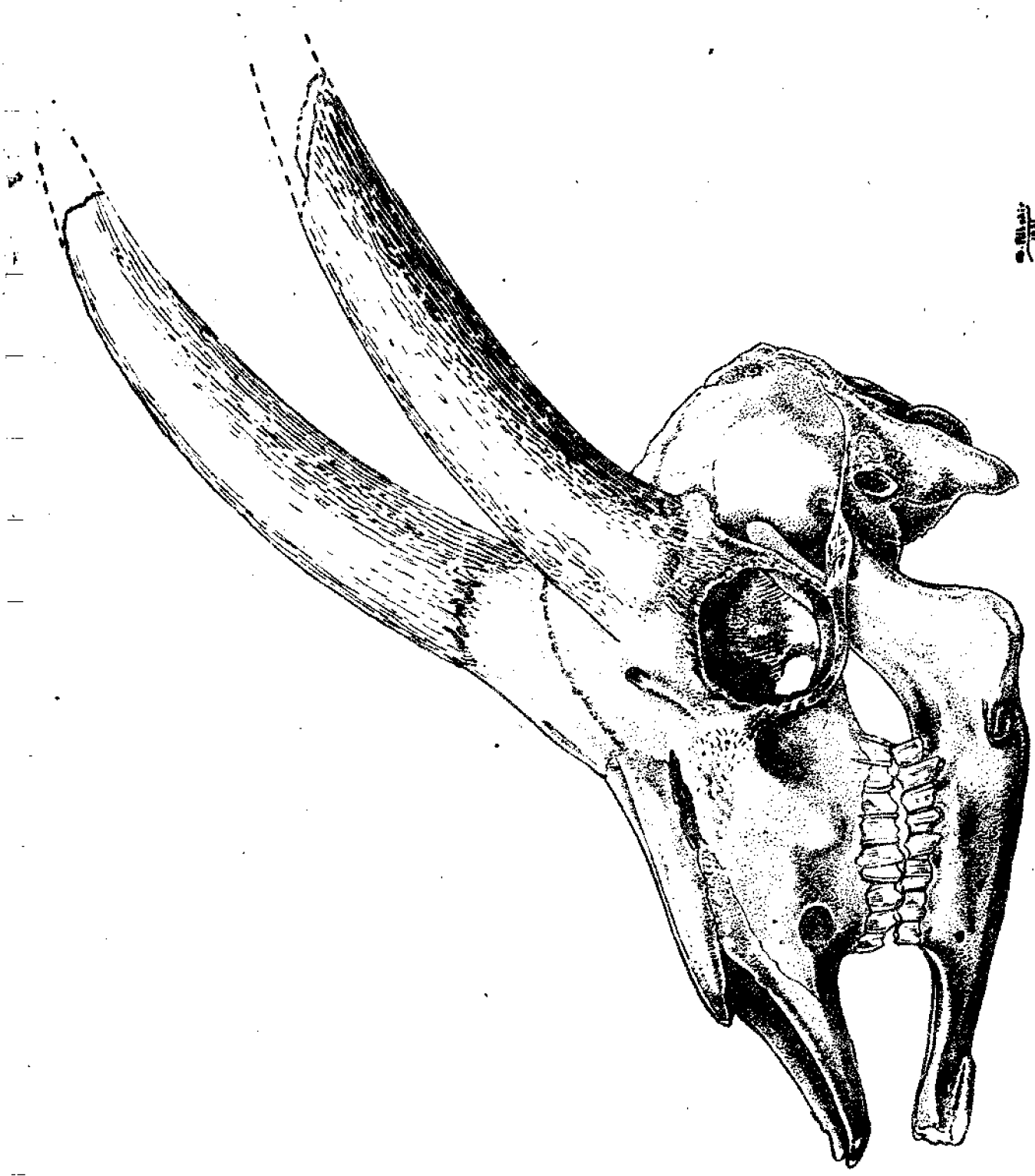


Fig. PD-68 (N.O.-138)

x2

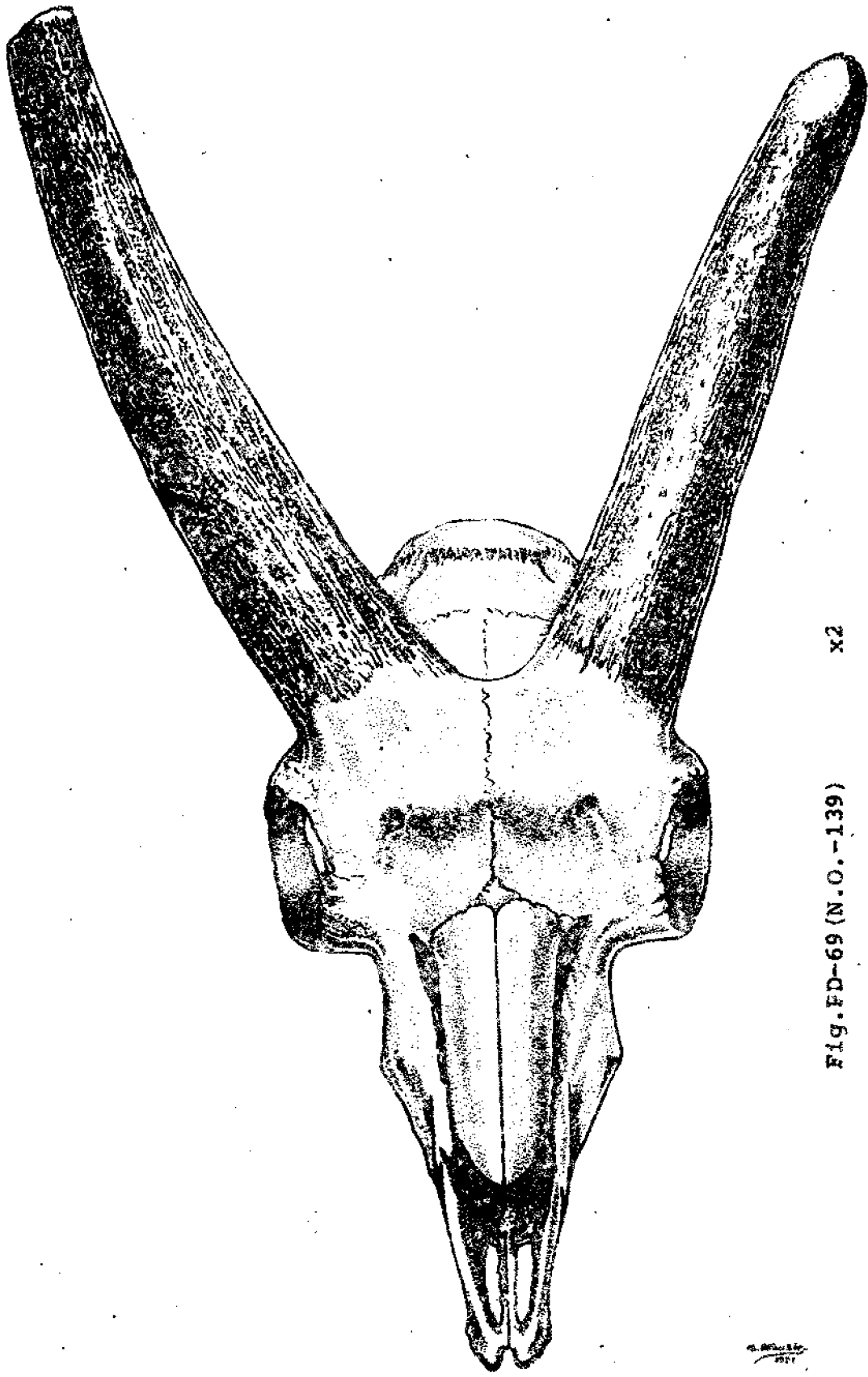


Fig. FD-69 (N.O.-139)

x2

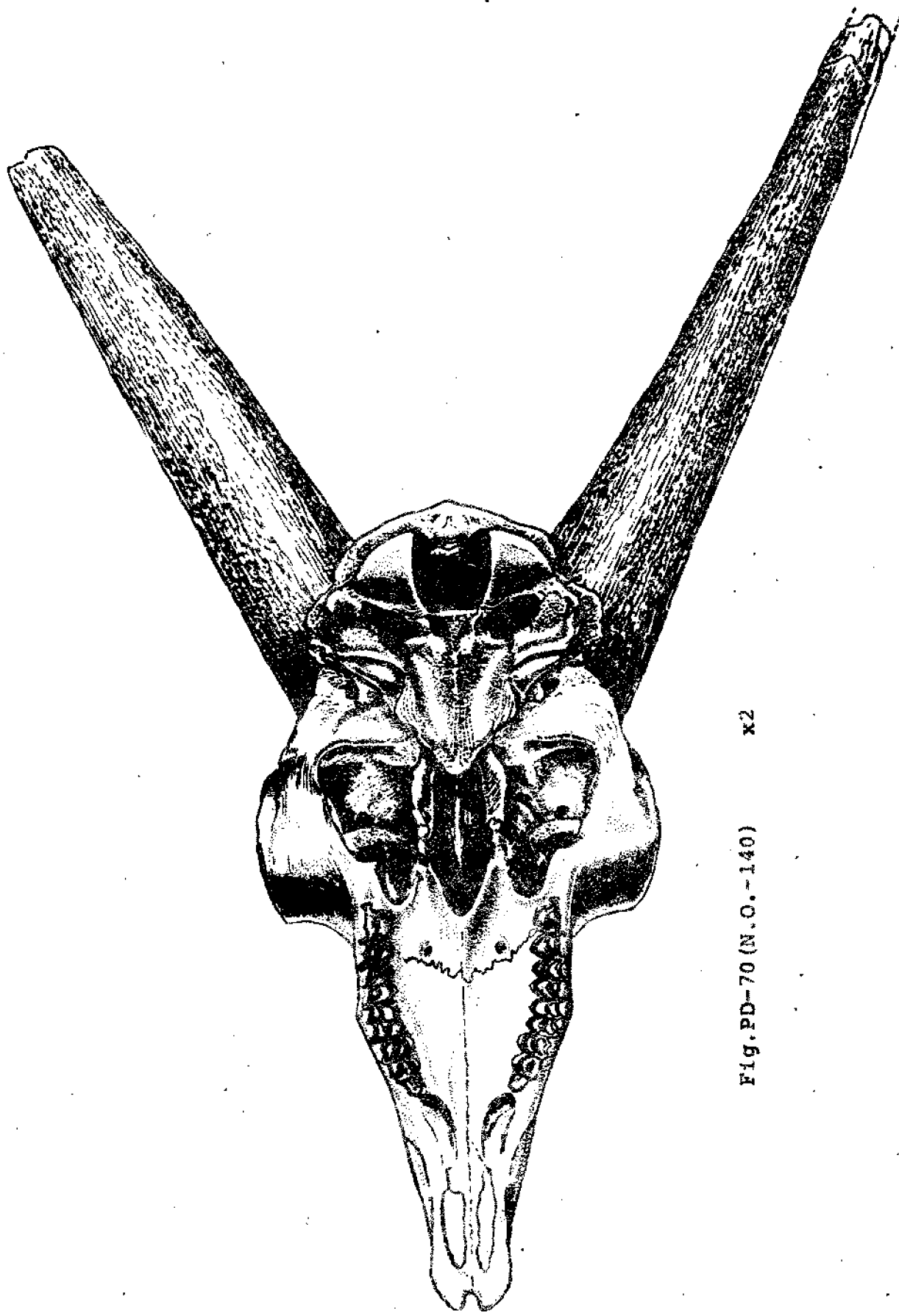


Fig. PD-70 (N.O.-140) x2

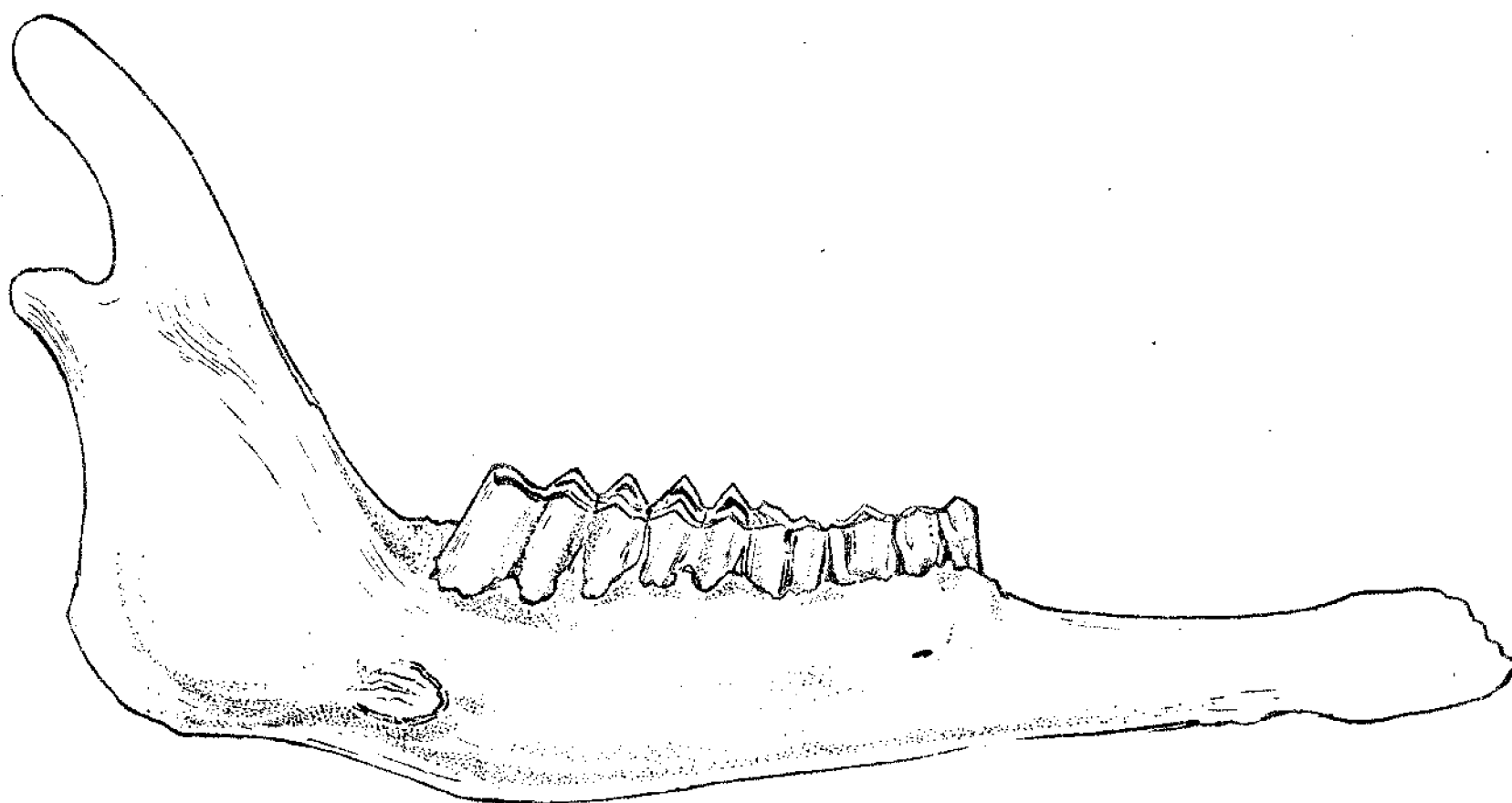


Fig. PD-71 (N.O.-141)

G.A.
1971



Fig. PD-73 (N.O.-143)

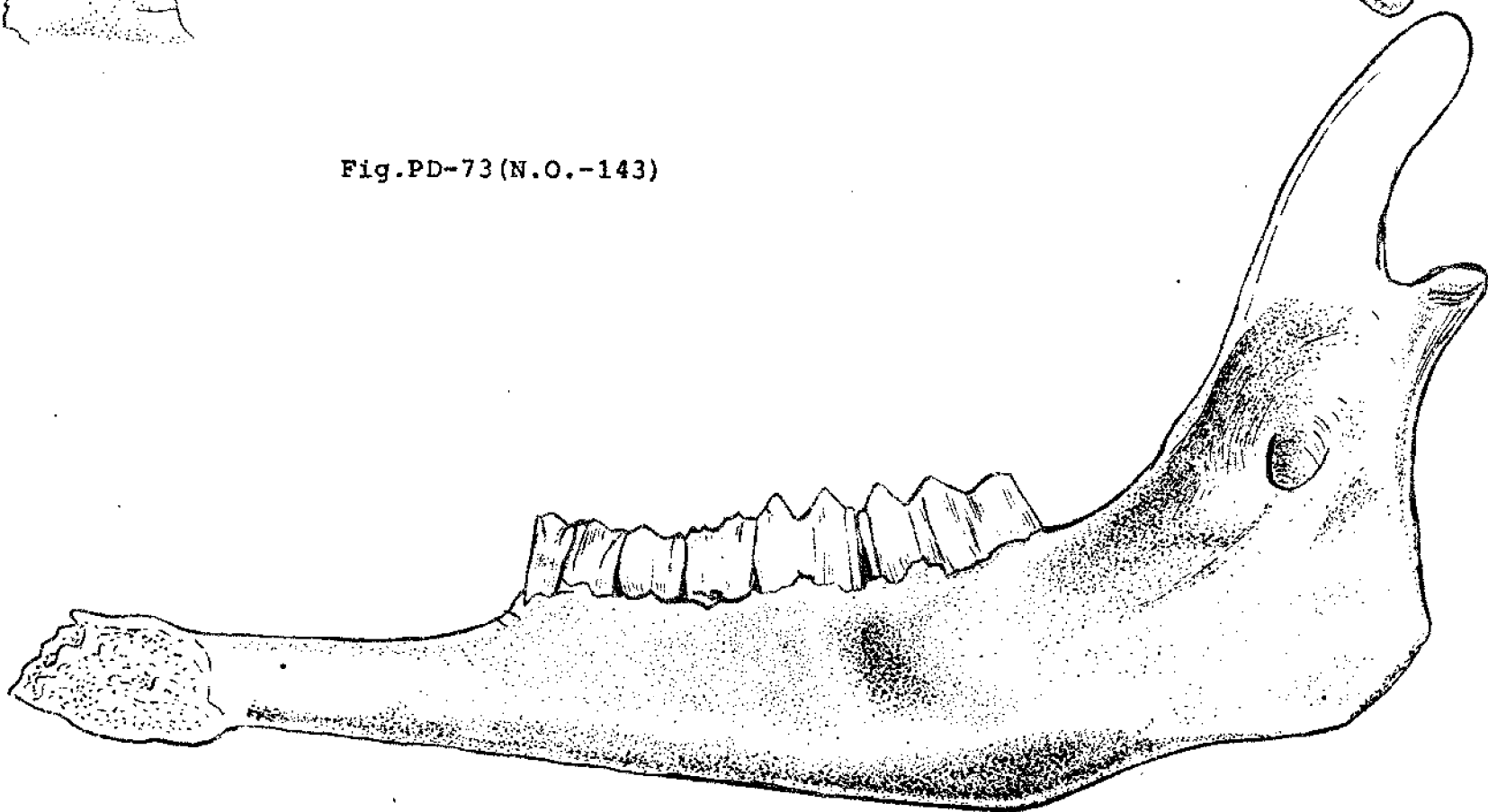


Fig. PD-72 (N.O.-142)

G. A.
1971

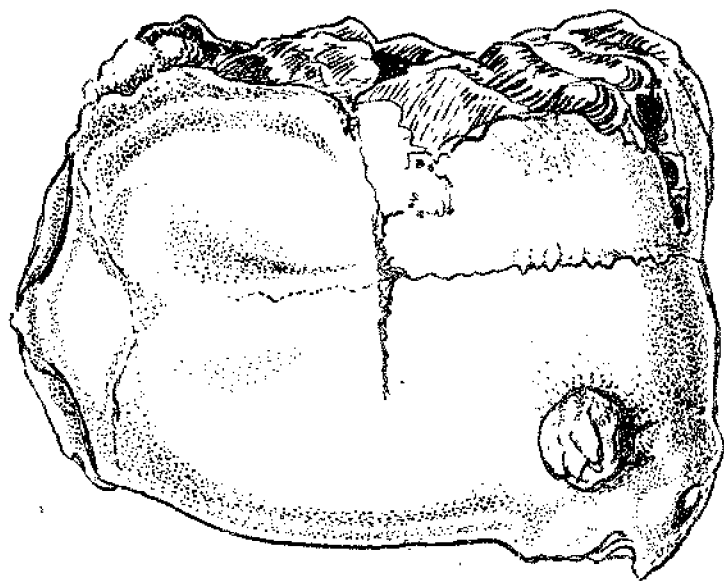


Fig. PD-79 (N.O.-144)

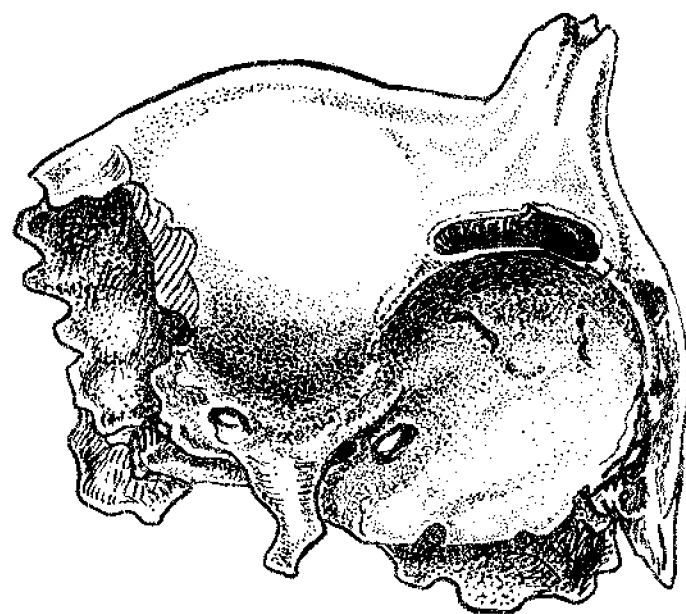


Fig. PD-80 (N.O.-145)

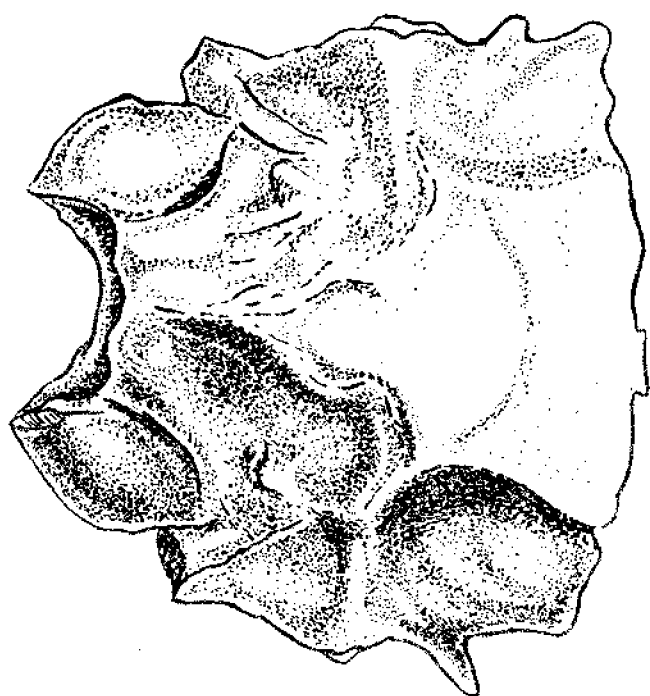


Fig. PD-80 (N.O.-146)

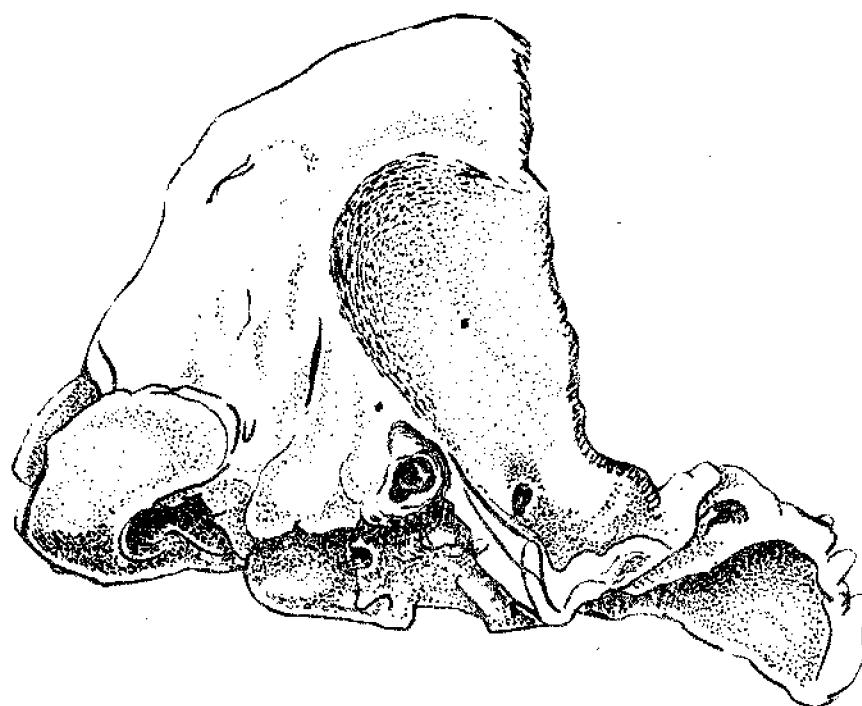


Fig. PD-81 (N.O.-147)

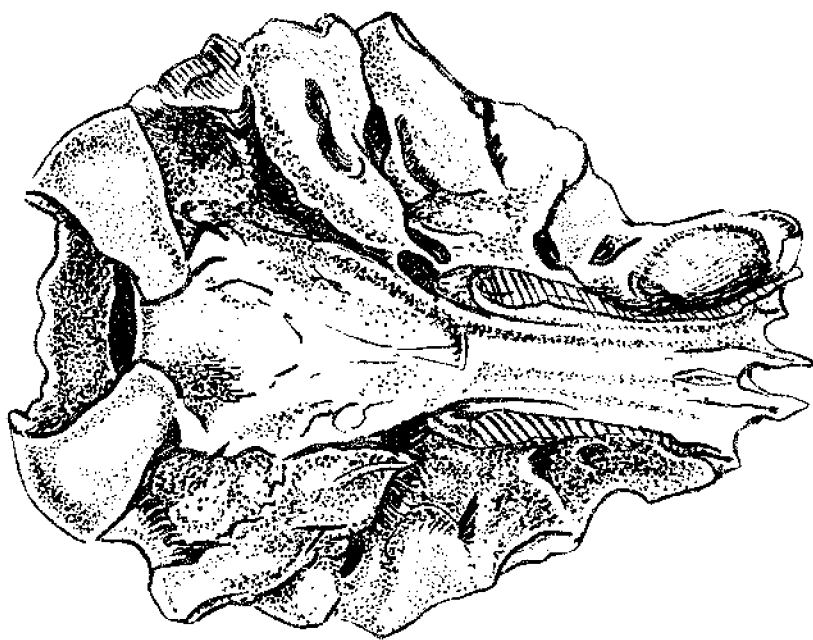


Fig. PD-82 (N.O.-148)

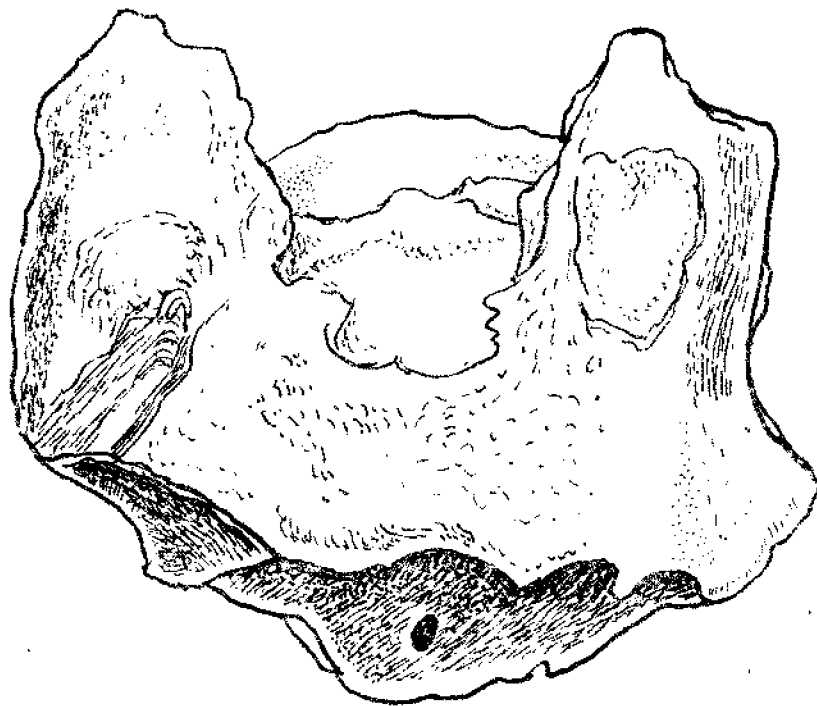


Fig. PD-74 (NO---149)



Fig. PD-75 (N.O.-150)

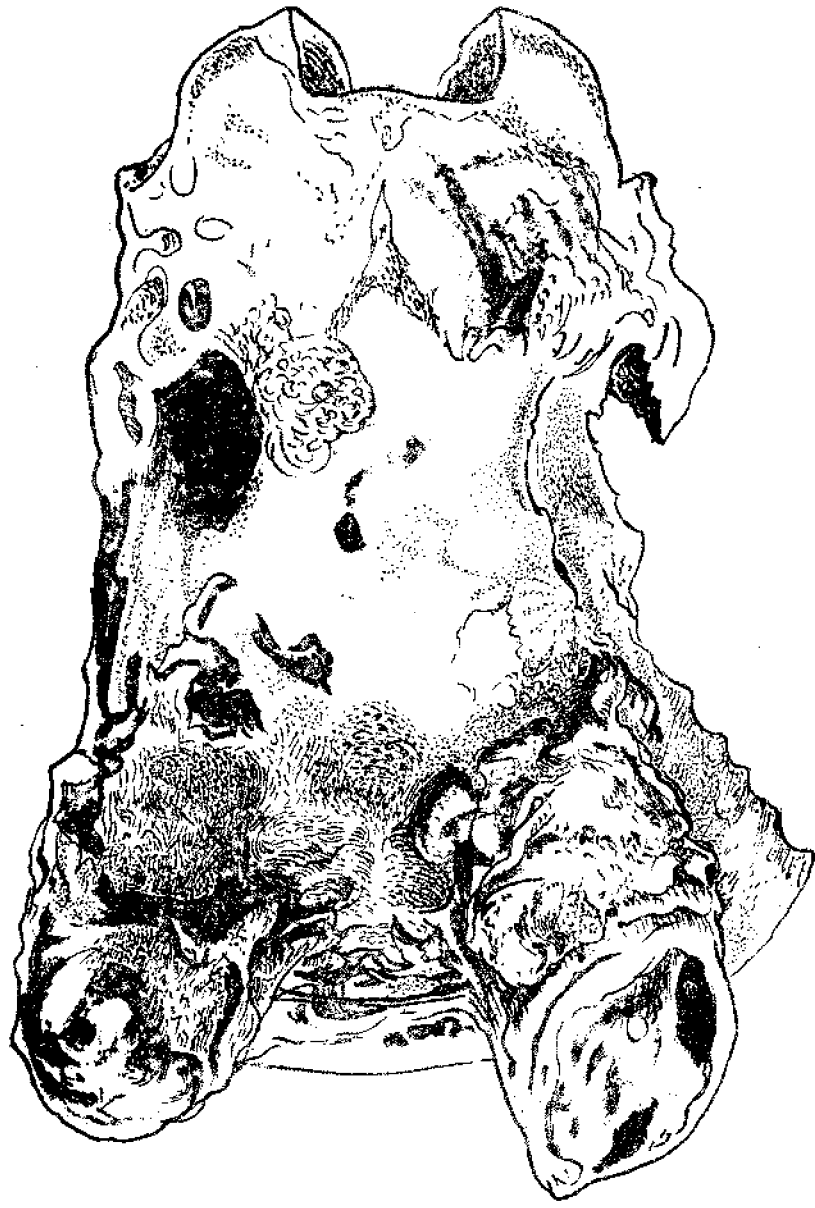


Fig. PD-76 (N.O. 151)

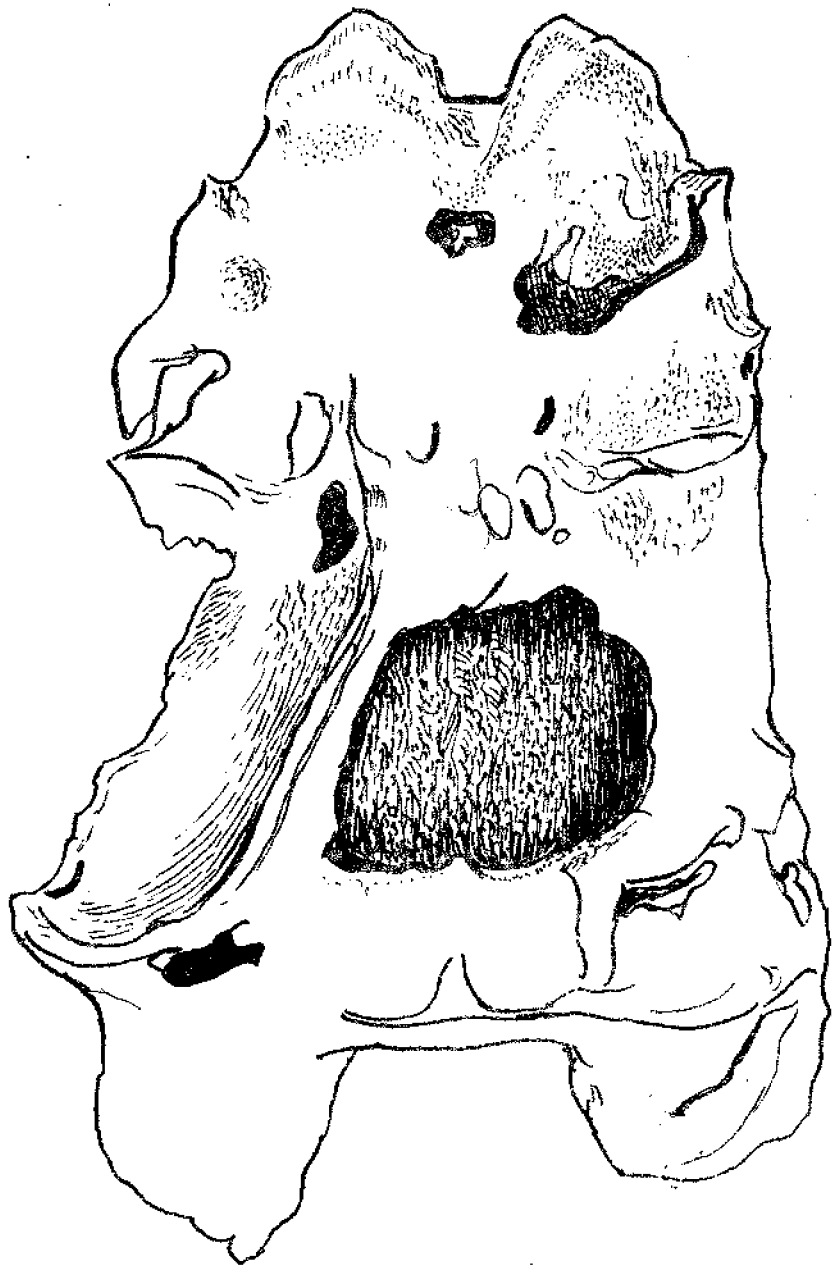


Fig. PD-77 (N.O.-152)

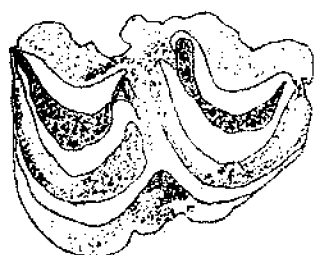


Fig.FP-1(N.O.-153)

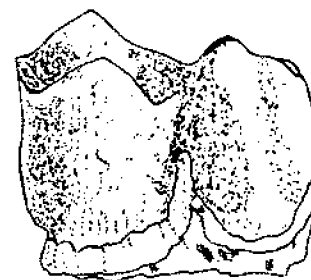
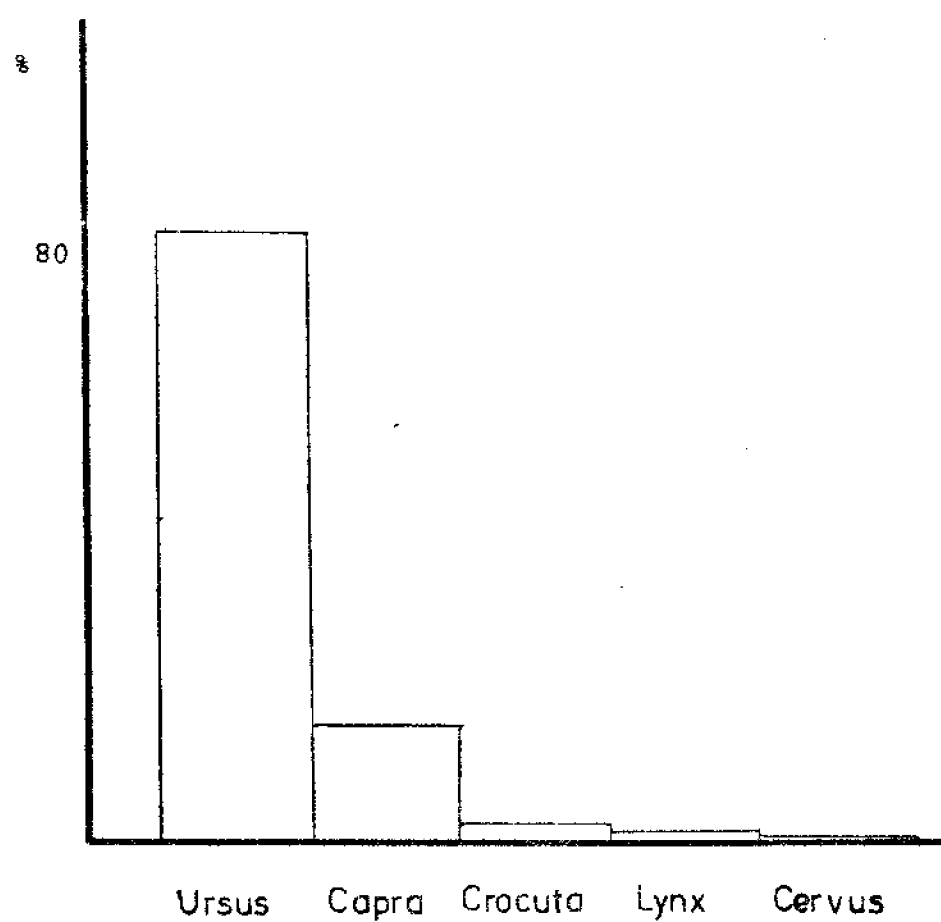


Fig.FP-2(N.)-154)

aprox. x 1/2



Relacion porcentual de especies fosiles y subfosiles
encontradas en la Cueva del Reguerillo (Referida a piezas
dentarias)

Fig.PE-1(N.O.-155)

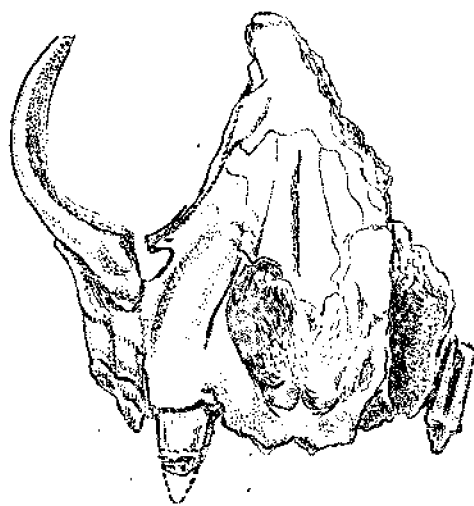


Fig. PD-62 (N.O.-156)

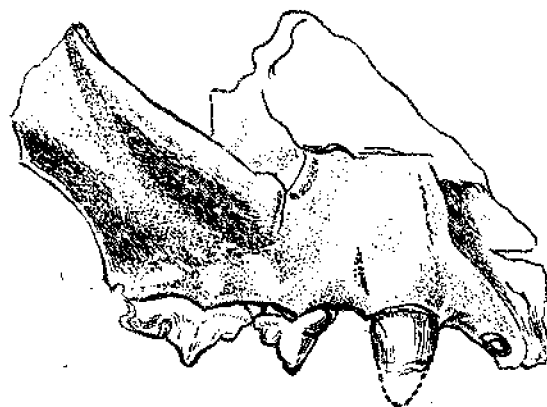


Fig. PD-63 (N.O.-157)

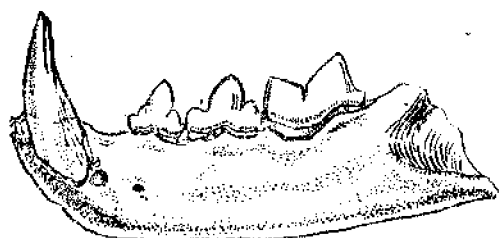


Fig. PD-64 (N.O.-159)

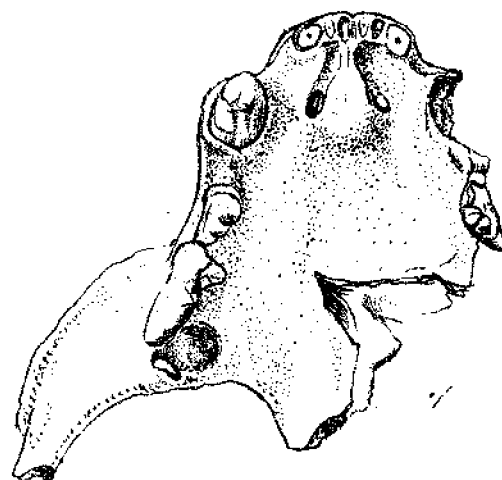


Fig. PD-65 (N.O.-158)

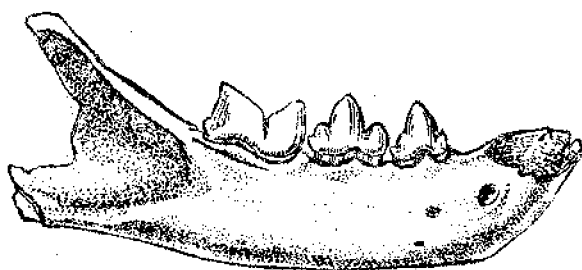


Fig. PD-66 (N.O.-160)



Fig. PD-67 (N.O.-161)

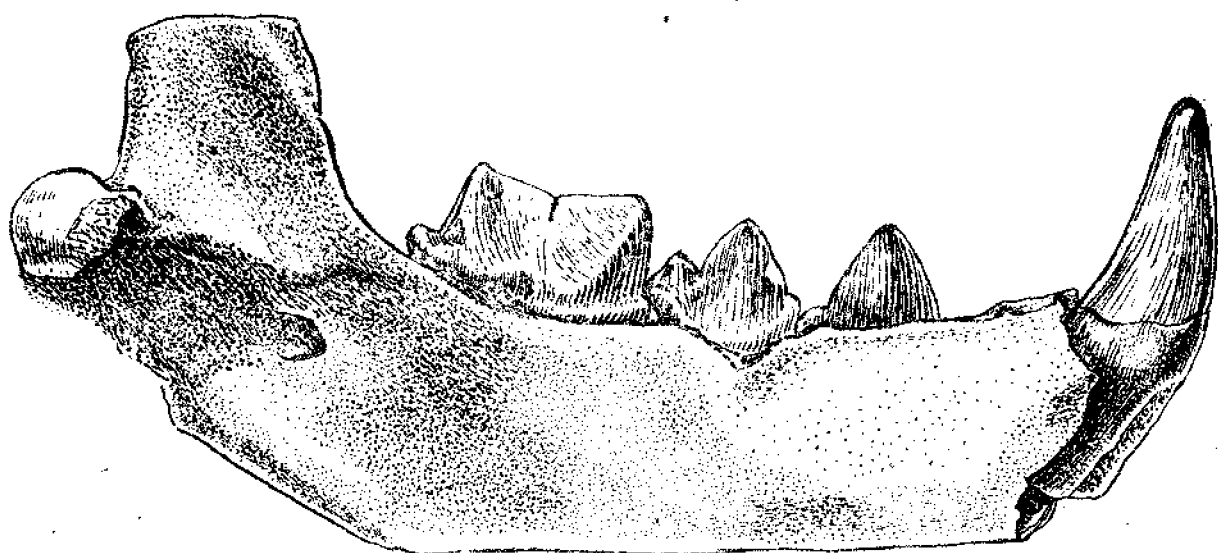


Fig.PD-59 (N.O.-162)

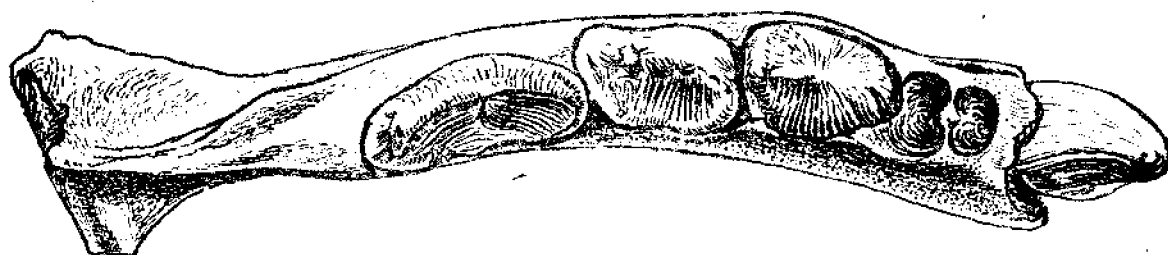


Fig.PD-60 (N.O.-163)

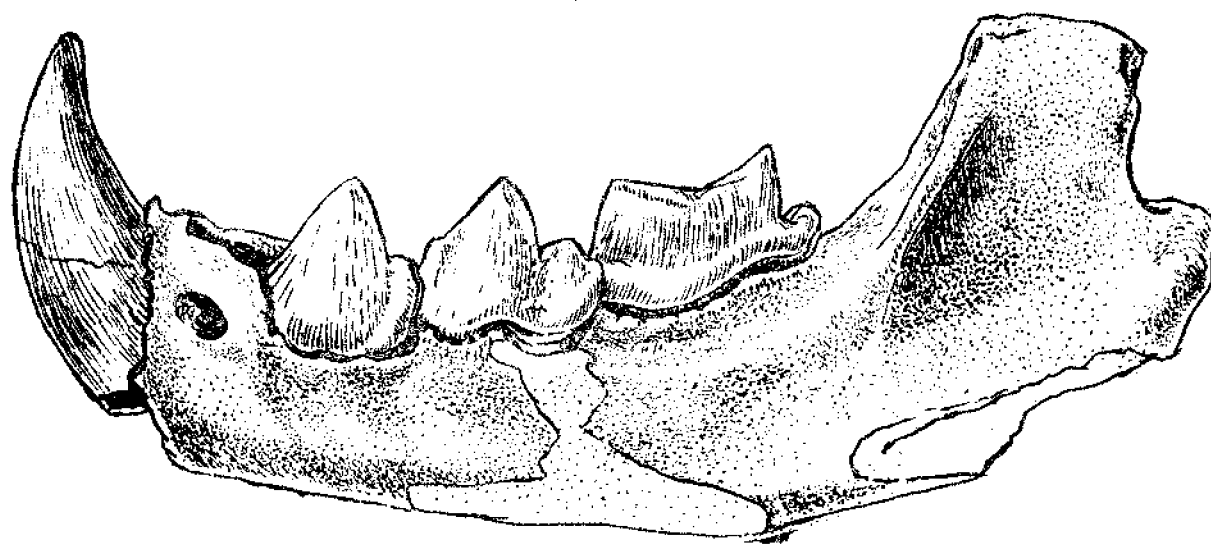
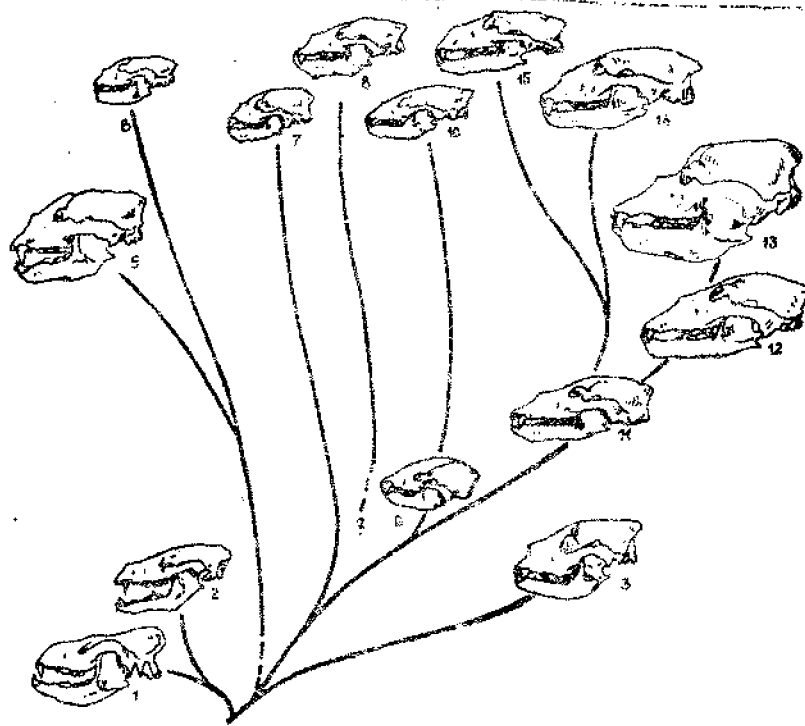


Fig.PD-61 (N.O.-164)

Fig. EP-2 (N.O.-165)

Linea filogenetica del oso de las cavernas (THENIUS)



- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| 1 -2 Hemicionidae | |
| 3-4 Agrioteriinae | |
| 4-5-6 Tremarctinae | |
| 7-8-9-10-11-12-13-14-15 Ursidae | |
| 1 Hemicyon | 11 Ursus etruscus |
| 2 Dniocyon | 12 Ursus deningeri |
| 3 Indarctos | 13 Ursus spelaeus |
| 4 Agriotherium | 14 Ursus arctos |
| 5 Arctotherium | 15 Ursus maritimus |
| 6 Tremarctos | |
| 7 Helarctos | |
| 8 Melursus | |
| 9 Protarctos bockhi | |
| 10 Ursus thibetanus | |

EL U. SPELAEUS EN EUROPA

//// KURTEN
... TORRES

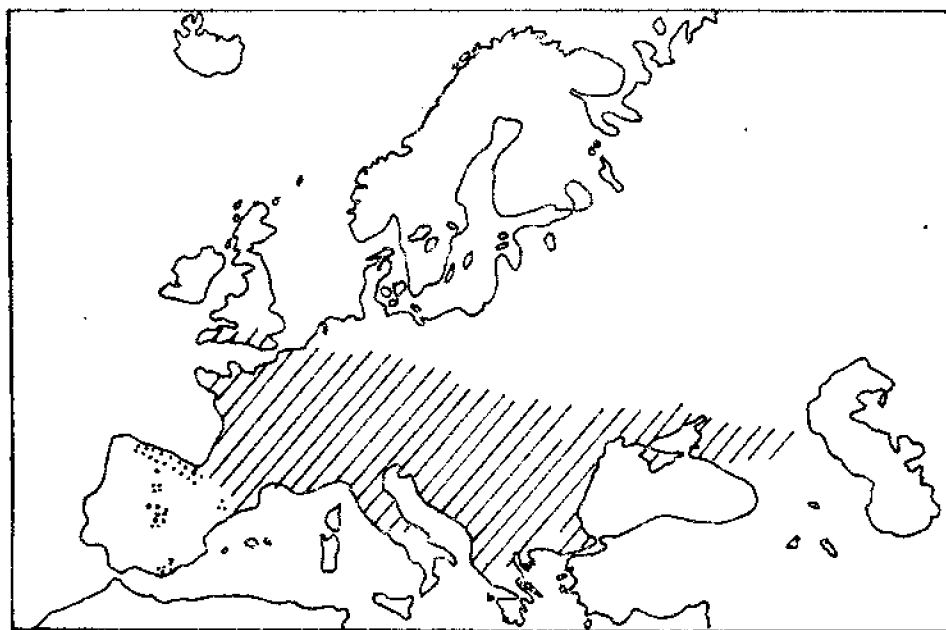
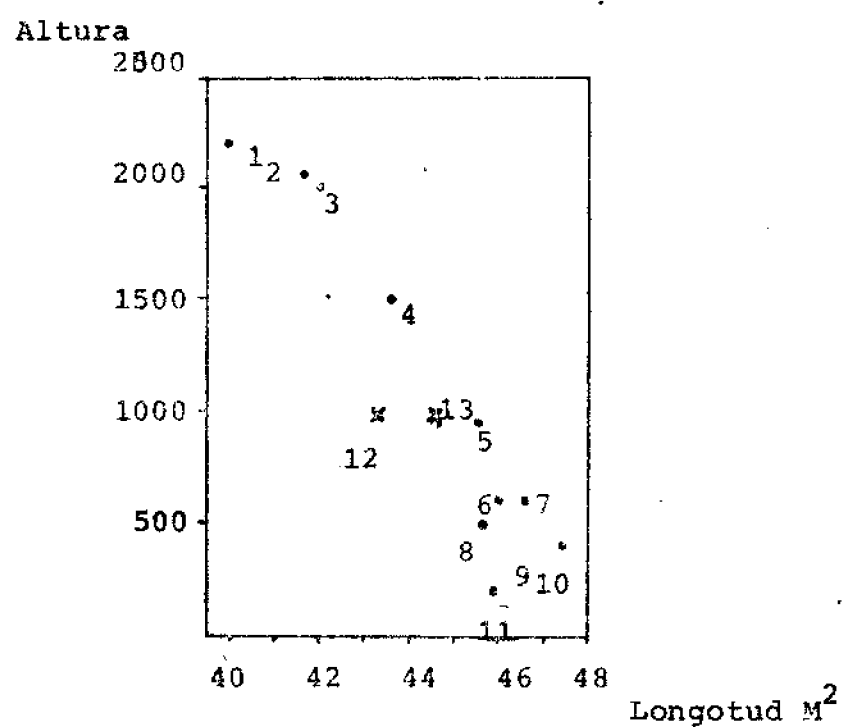


Fig. EP-3 (N.O.-166)

Fig. EP-4 (N.O.-167)



RELACION DE LA LONGITUD DE LA SEGUNDA MUELA SUPERIOR

CON LA ALTITUD DEL YACIMIENTO SOBRE EL NIVEL DEL MAR
SEGUN KURTEN

- 1 Schereiberwand Cave, Dachastein
- 2 Salzofen, Bad Aussee
- 3 Schottloch, Gosau
- 4 Gamssulzen Cave, Windichsgarten
- 5 Drachenhole, Mixtintz
- 6 Fraueloch, Tubing
- 7 Tishof Cave, Kufstein
- 8 Bald Cave
- 9 Merkenstein Cave, Voslau
- 10 Lettenmair Cave, Kremsmunster
- 11 Winden Cave
- 12 y 13 Cueva del Reguerillo.

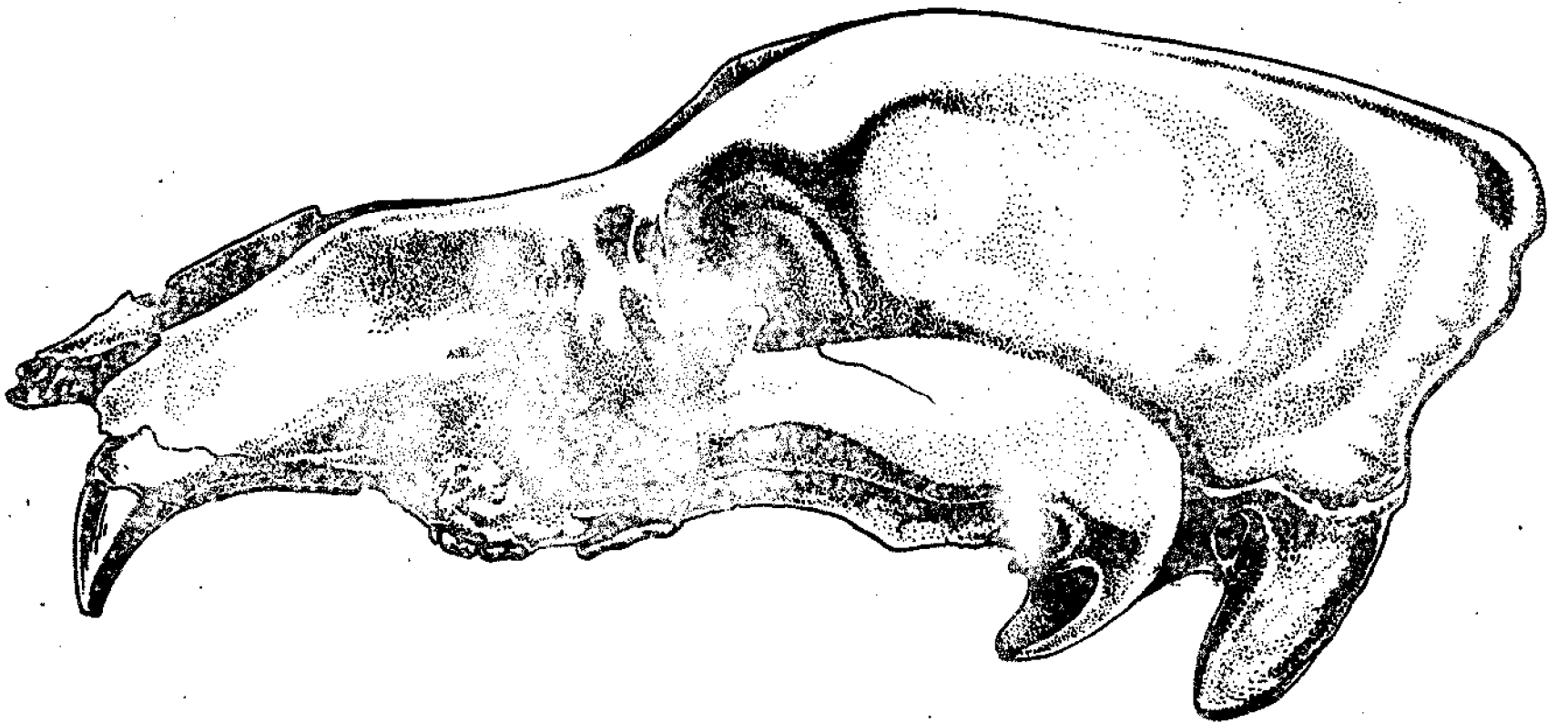
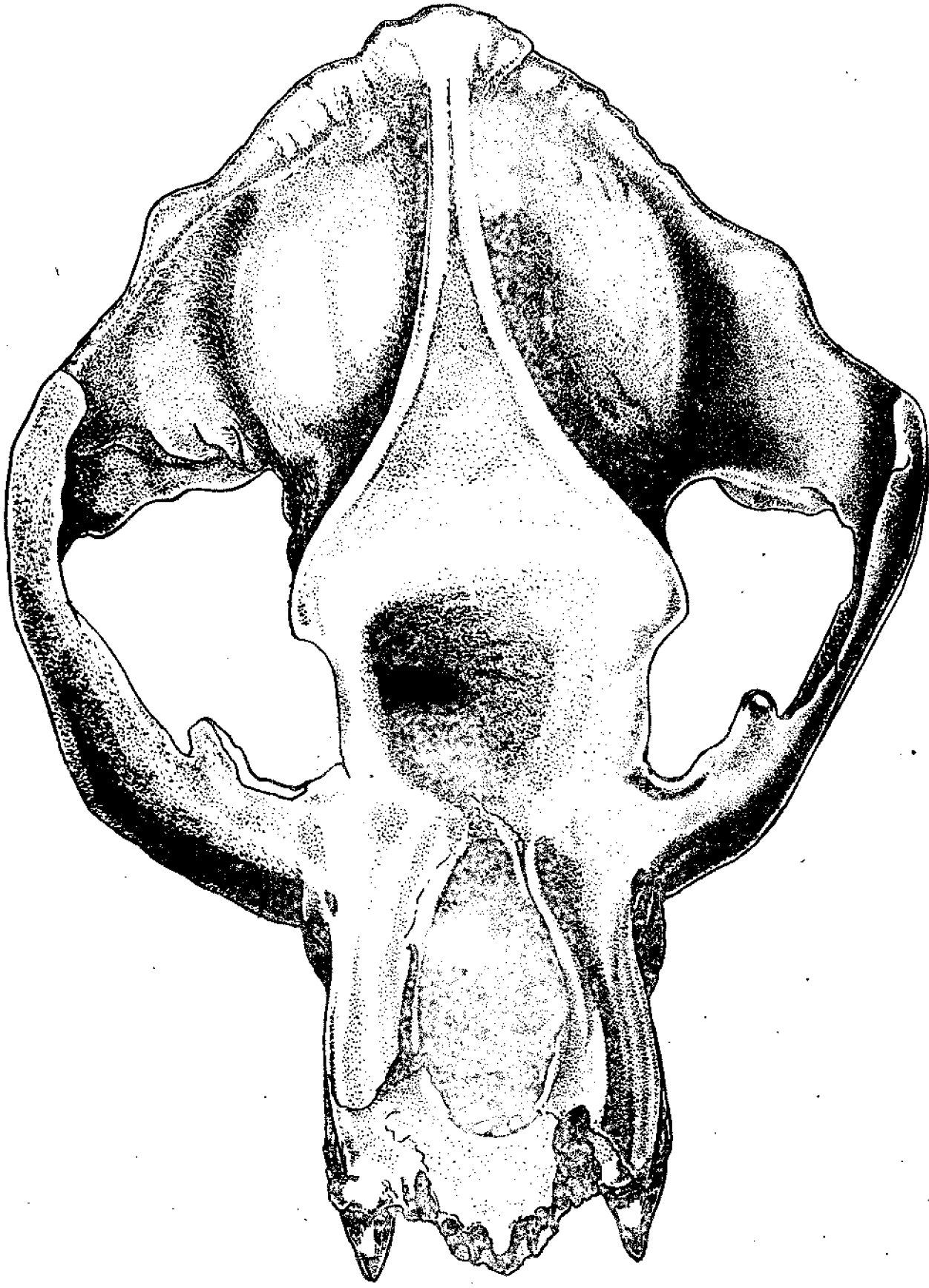


Fig.PD.-1(N.O.-168)

x2



FigPD-2 (N.O.-169)

X2

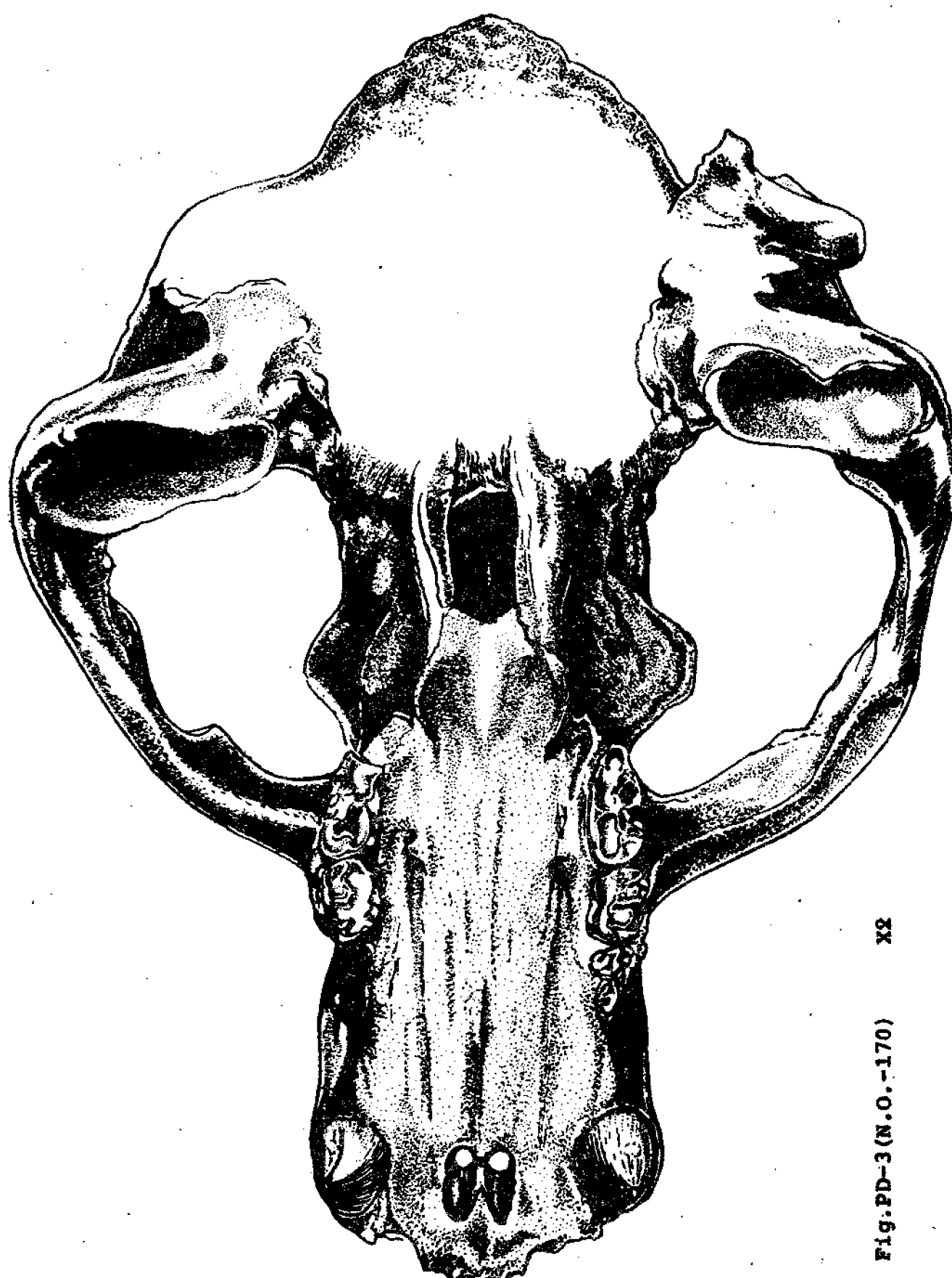


Fig. PD-3 (N.O.-170) X2

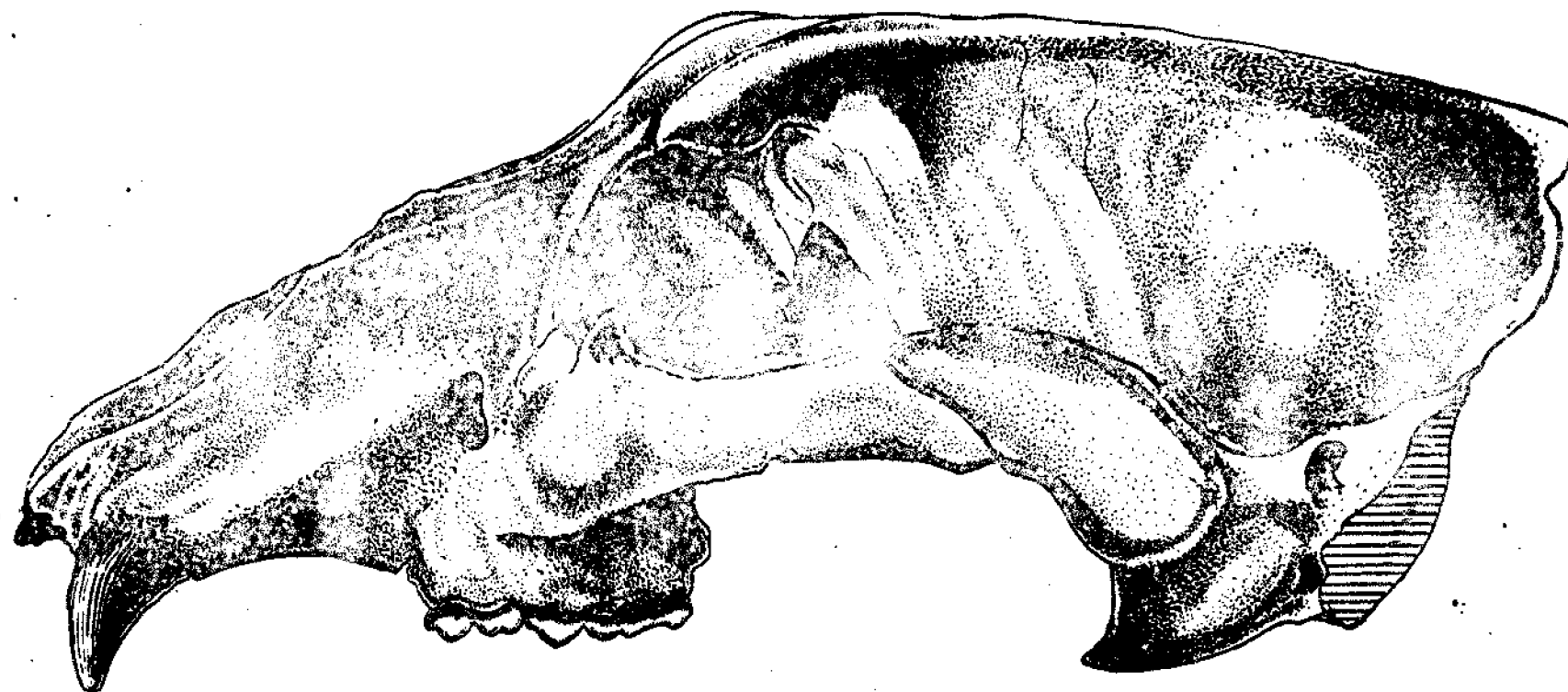


Fig. PD-4 (N.O.-171)

X2

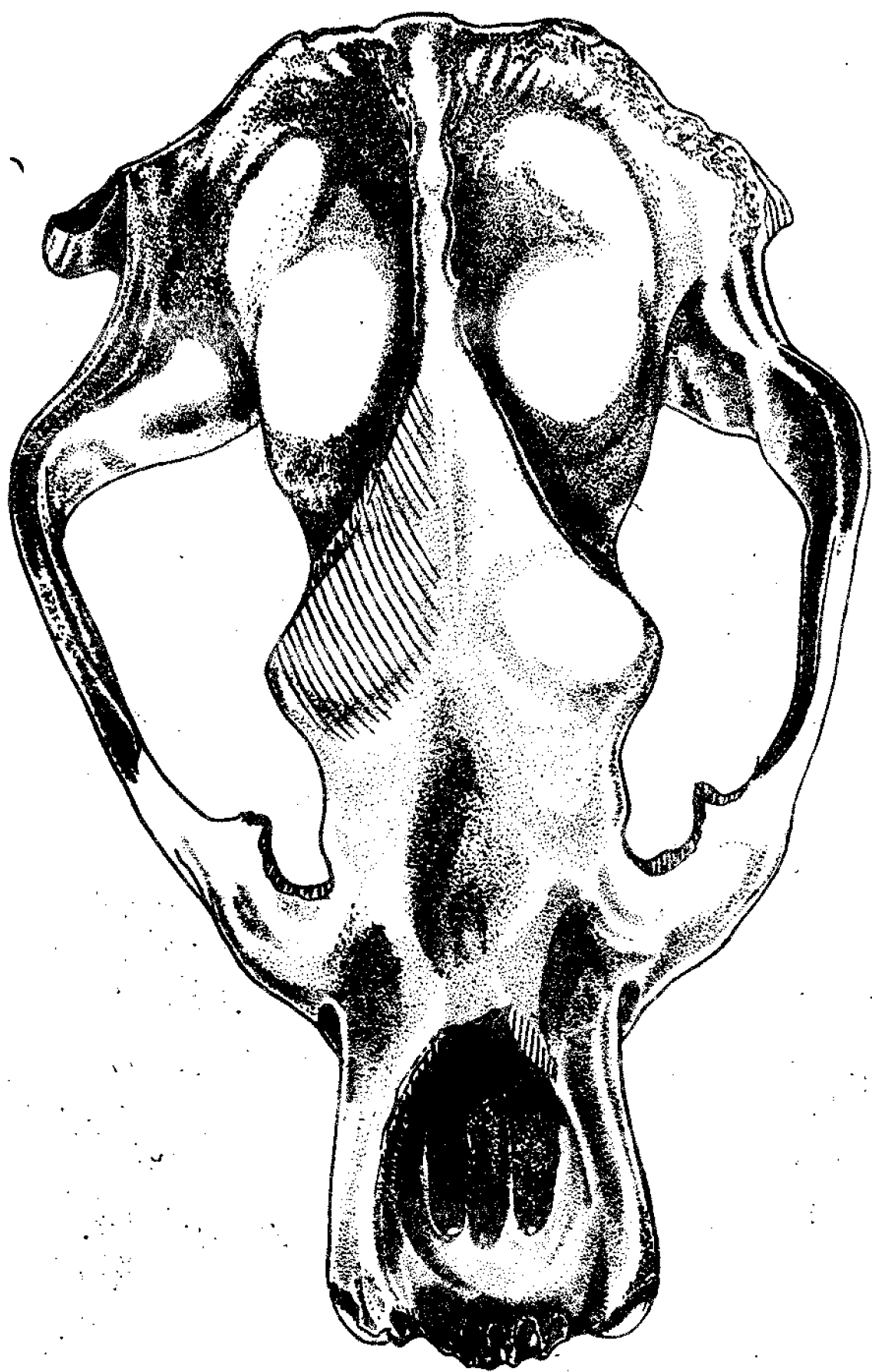
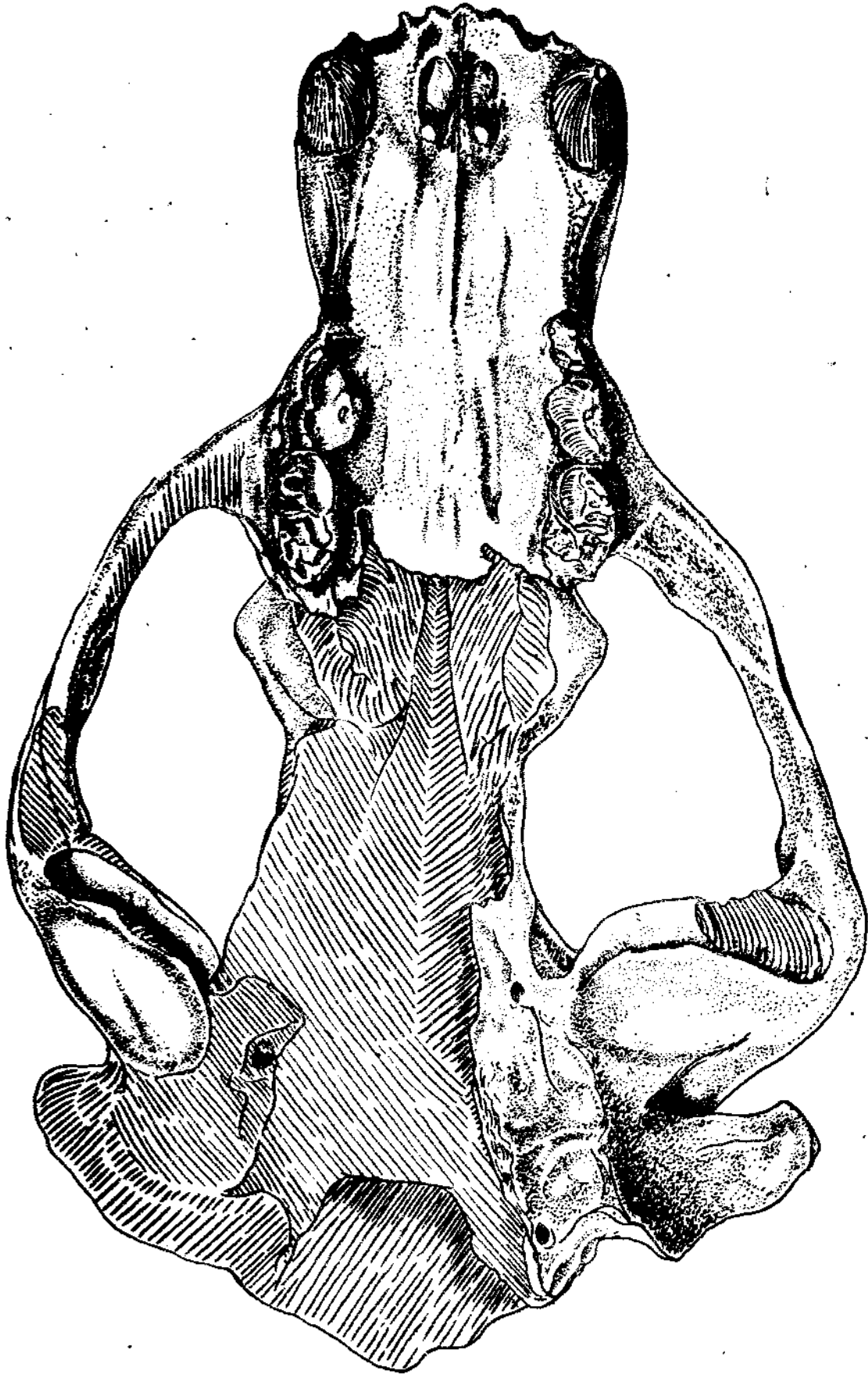


FIG.PD - 5 (N.O - 172) x2

Fig. 100 (M.O. - 113)

X5



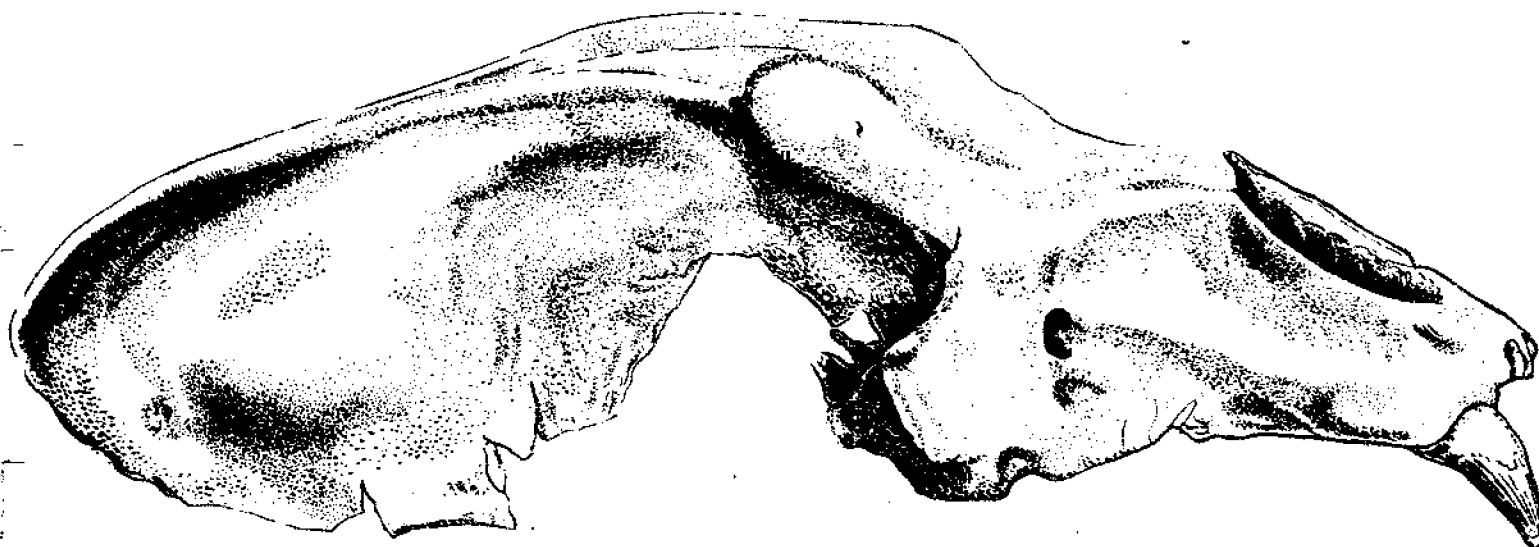


Fig.PD-7 (N.O.-174)

x2

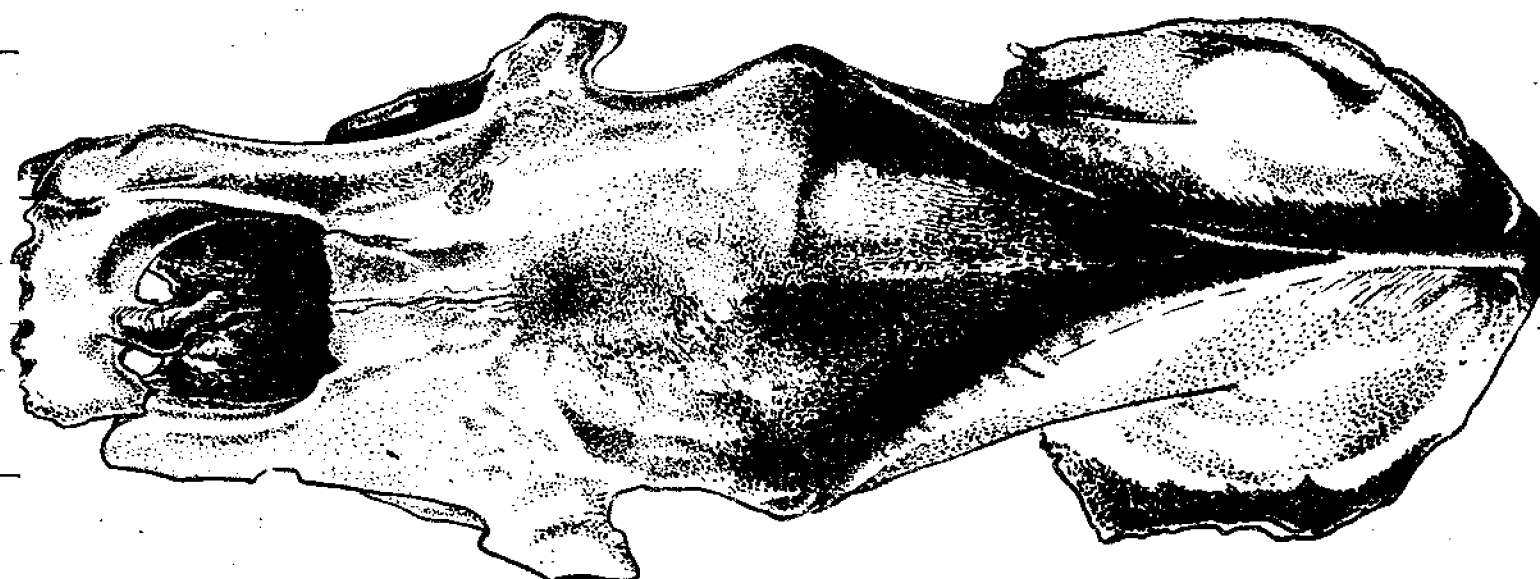


Fig.PD-8 (N.O.-175)

x2

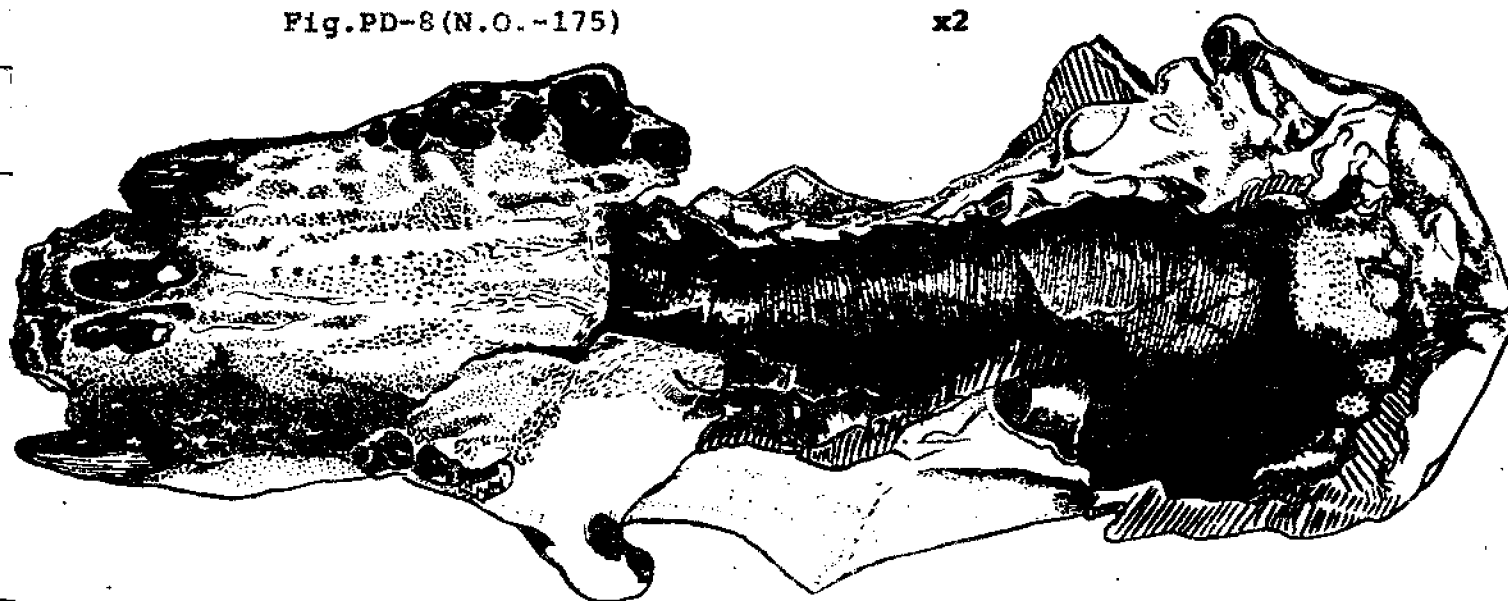


Fig.PD-9 (N.O.-176)

x2

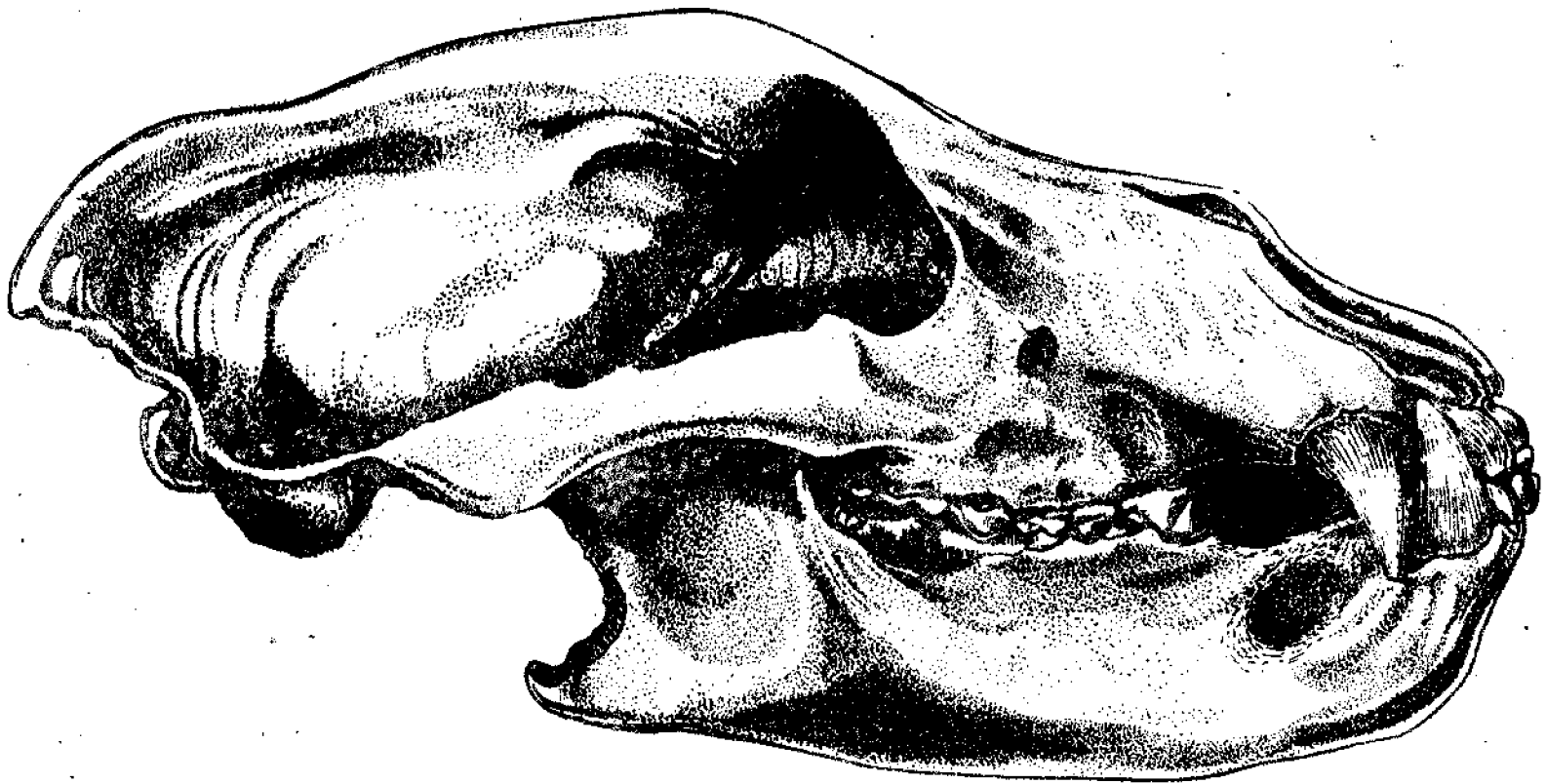


FIG. PD-10 (N.O.-177)

X2

10000

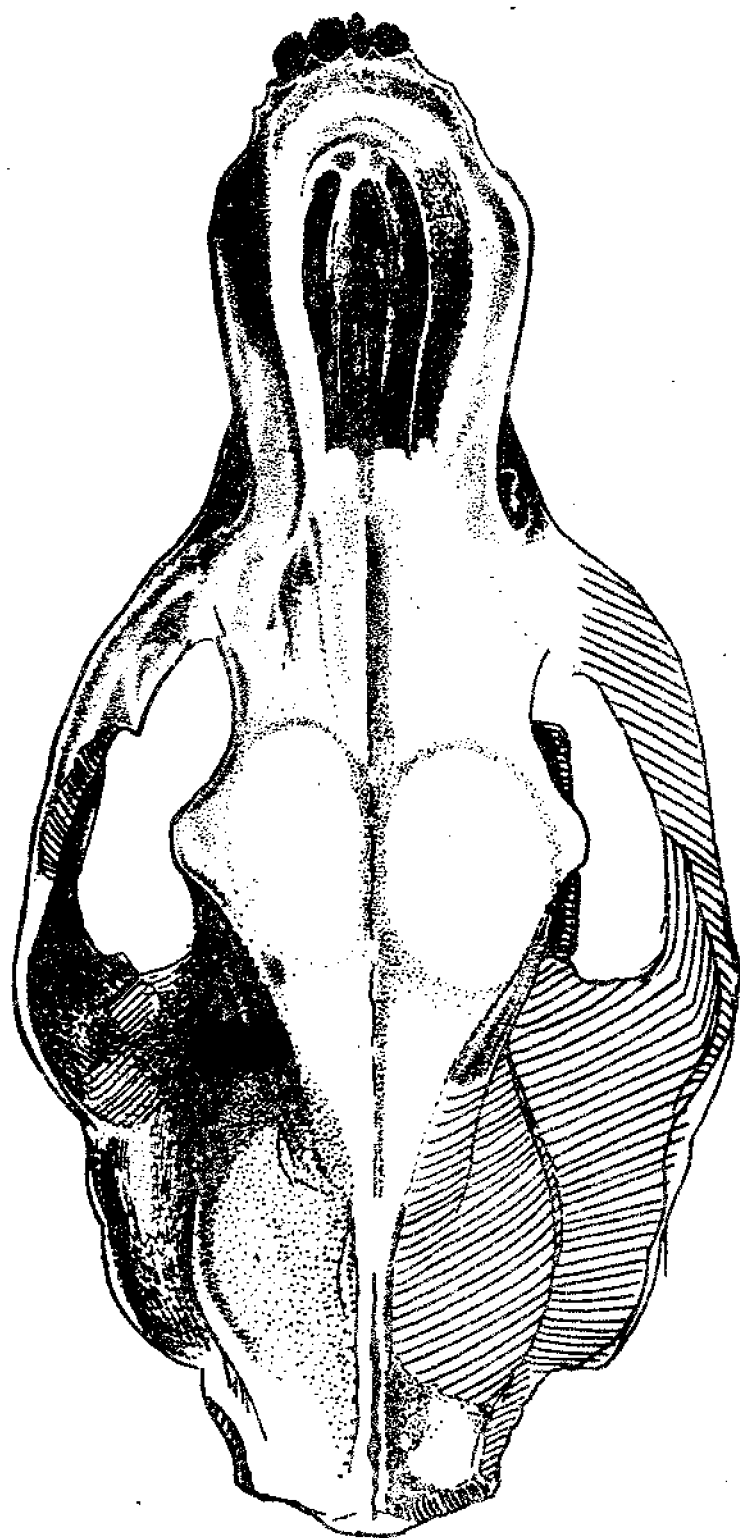


FIG. PD-11 (N.O.-178) X2

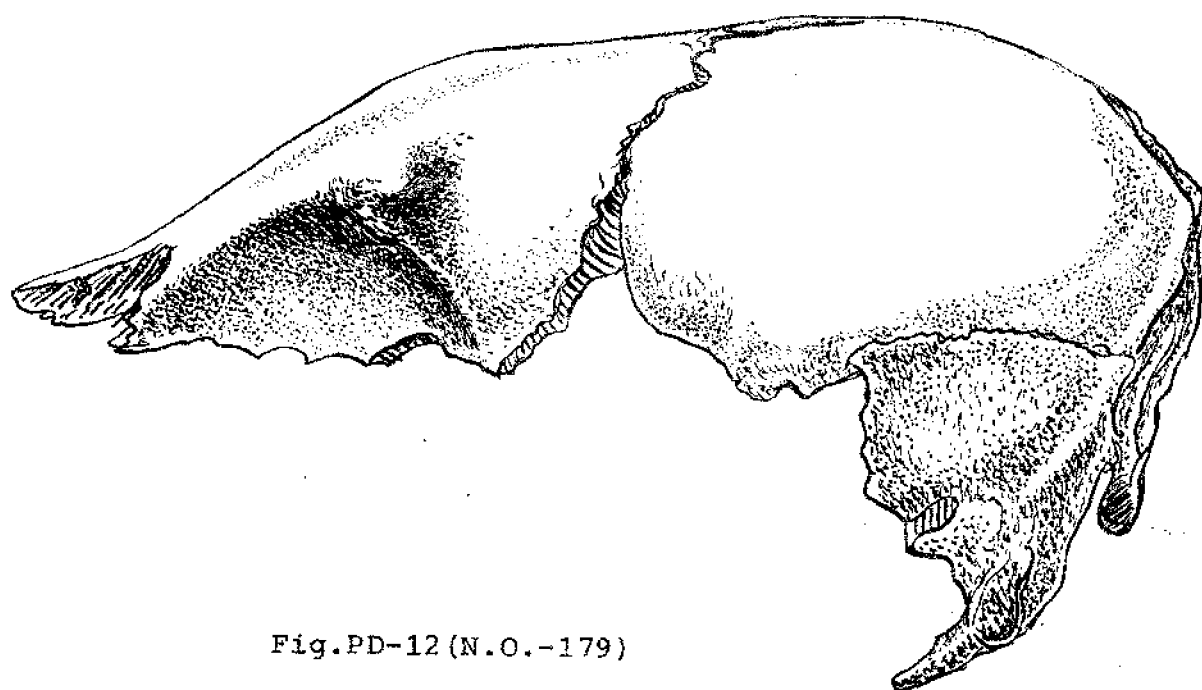


Fig.PD-12 (N.O.-179)

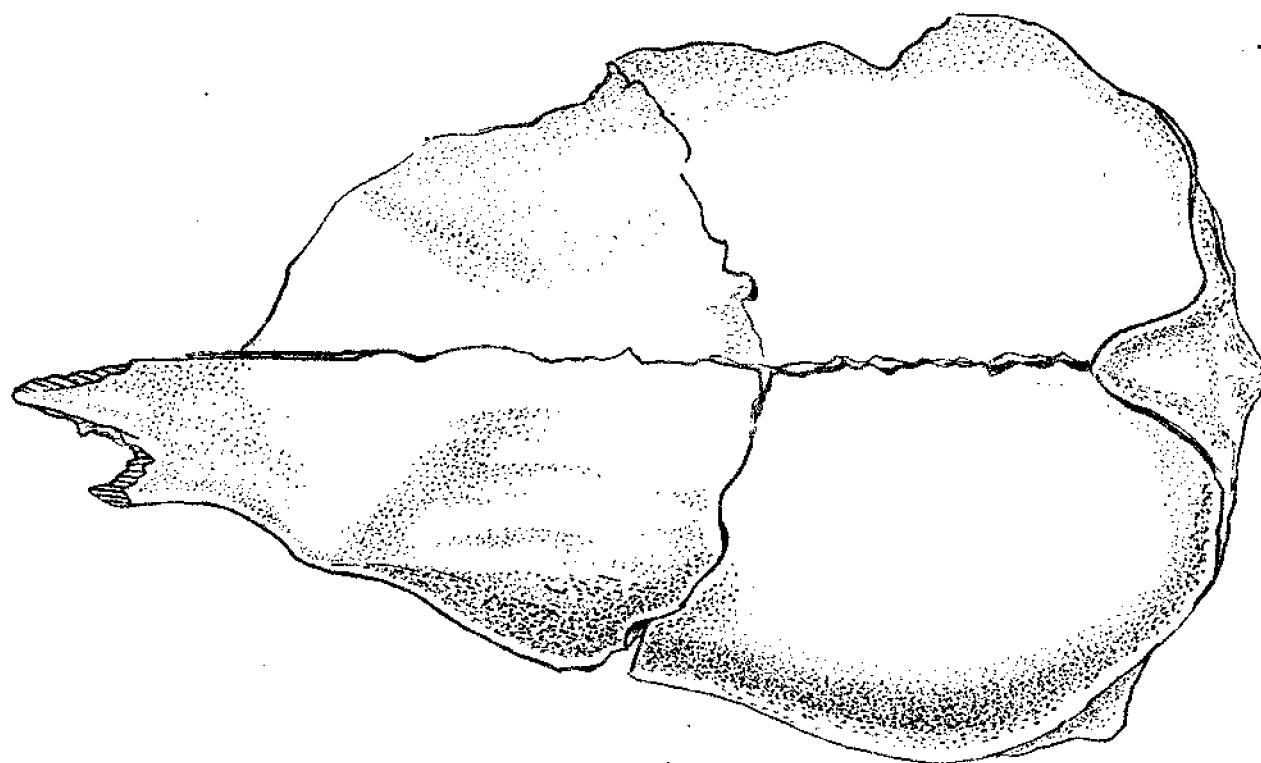


Fig.PD-13 (N.O.-180)

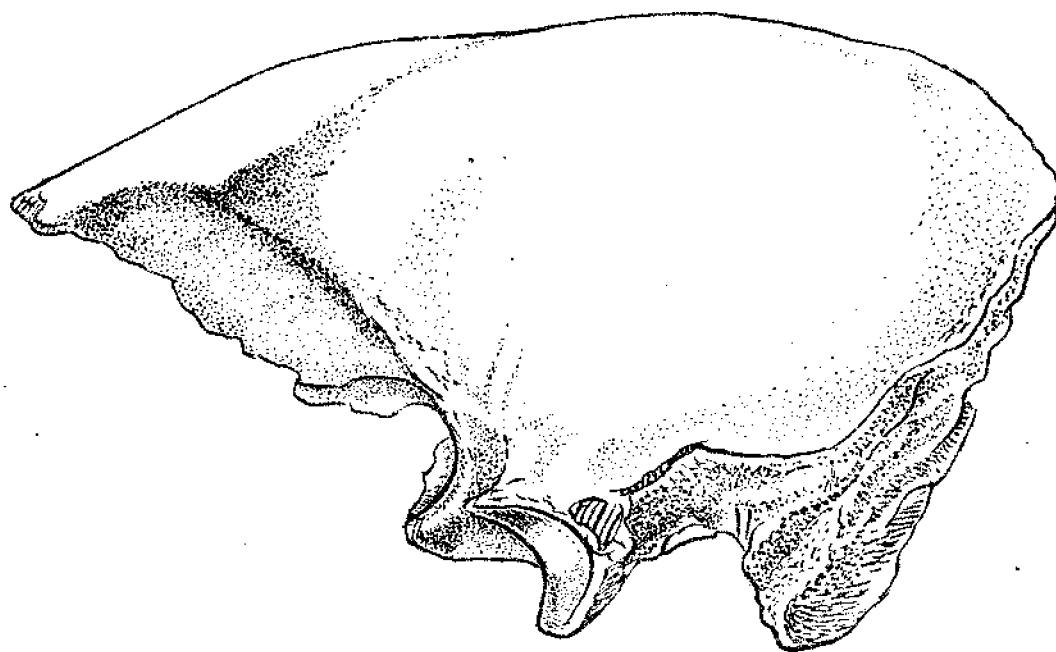


Fig.PD-14(N.O.-181)

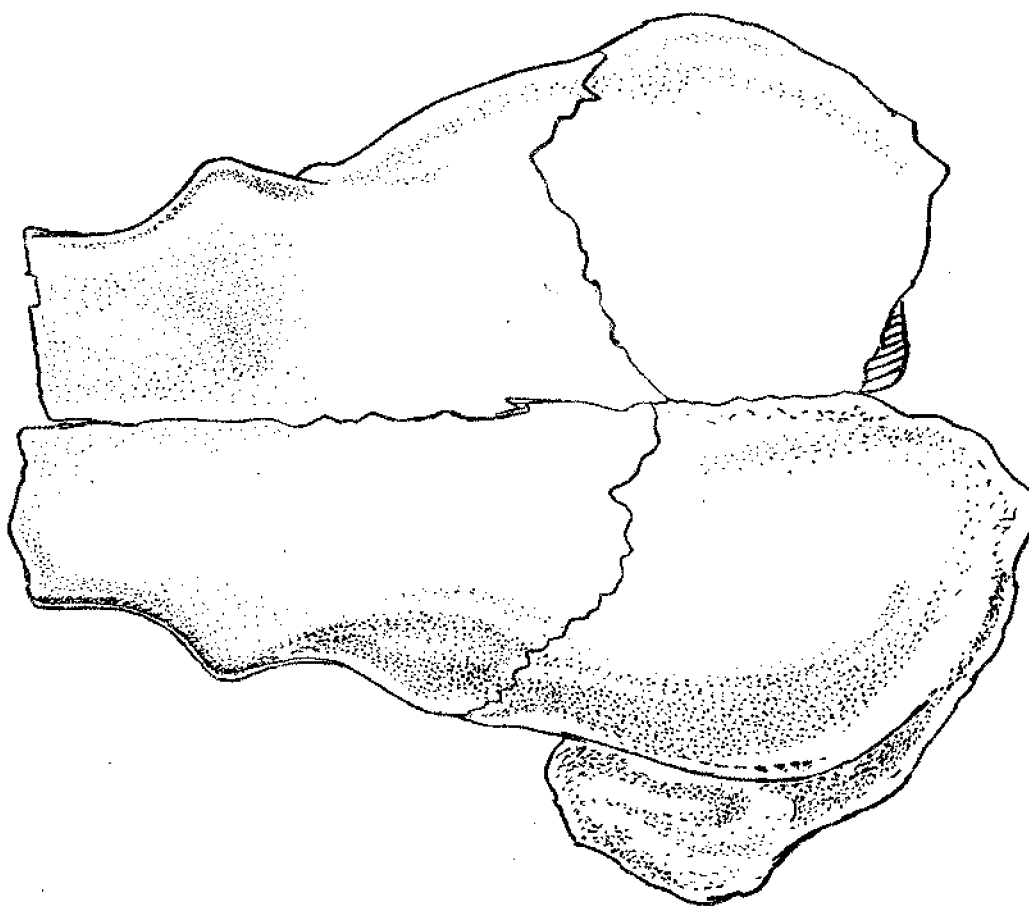


Fig.PD-15(N.O.-182)

Fig. PD-16 (N.O.-183)

x2

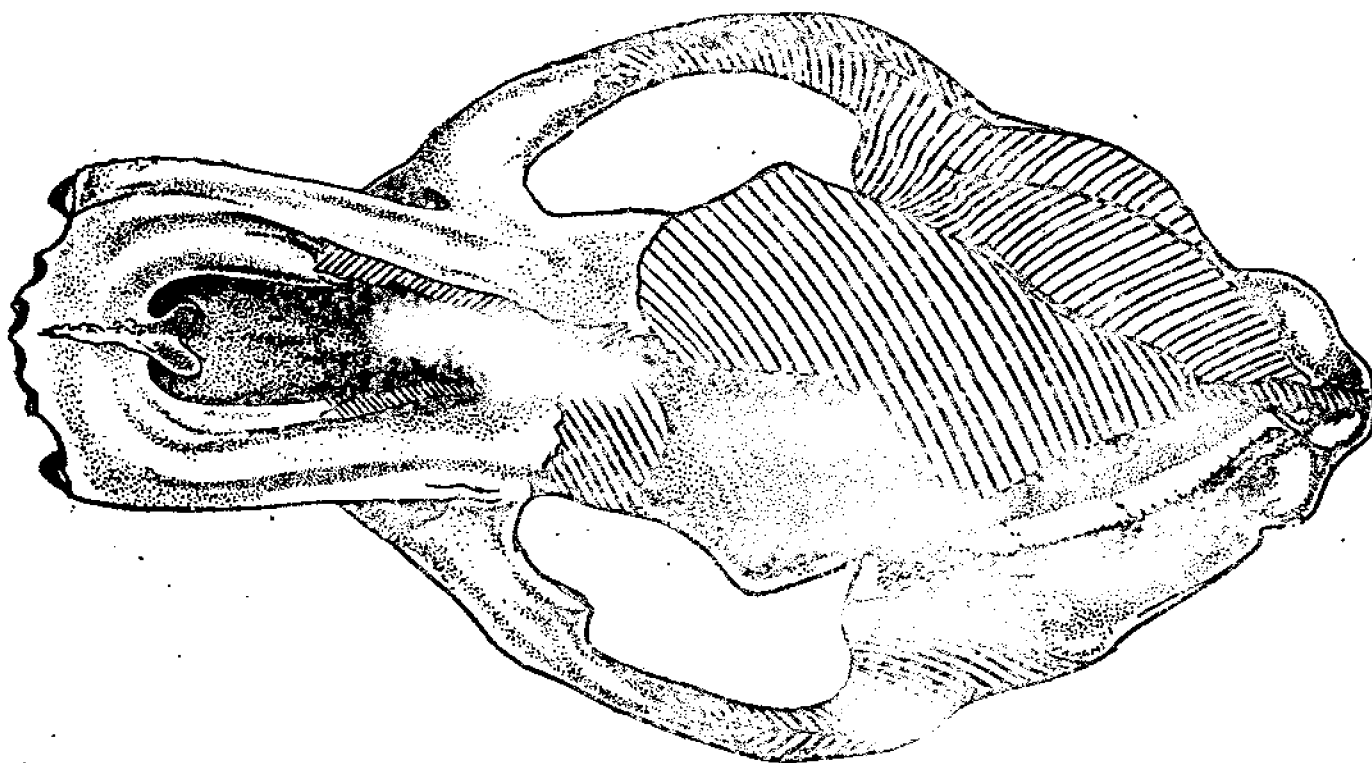
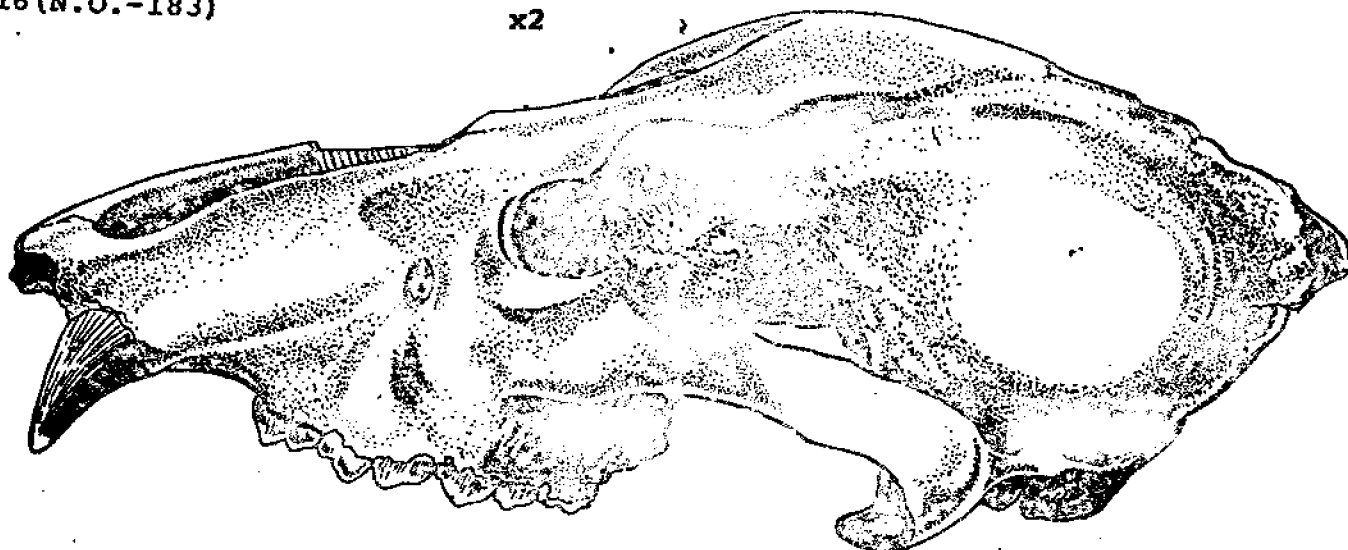


Fig. PD-17 (N.O.-184)

x2

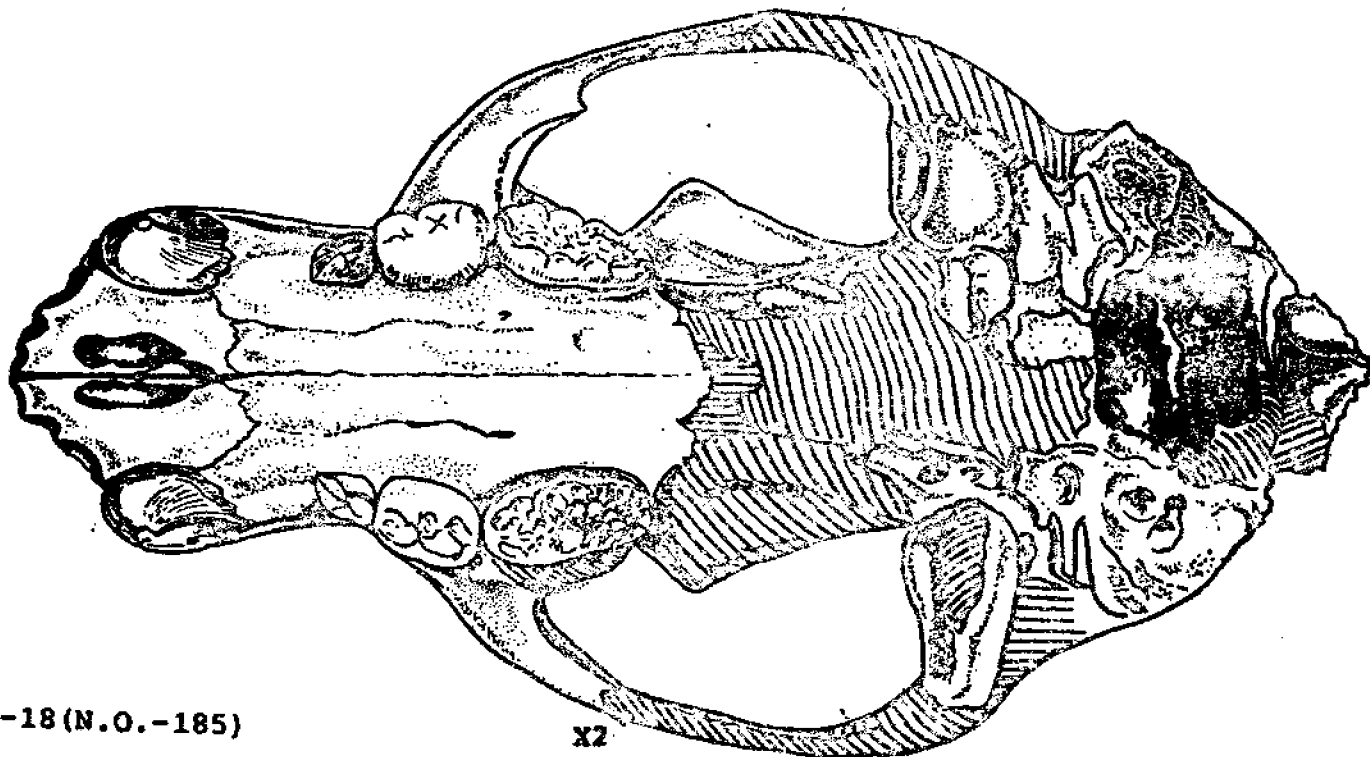


Fig. PD-18 (N.O.-185)

x2

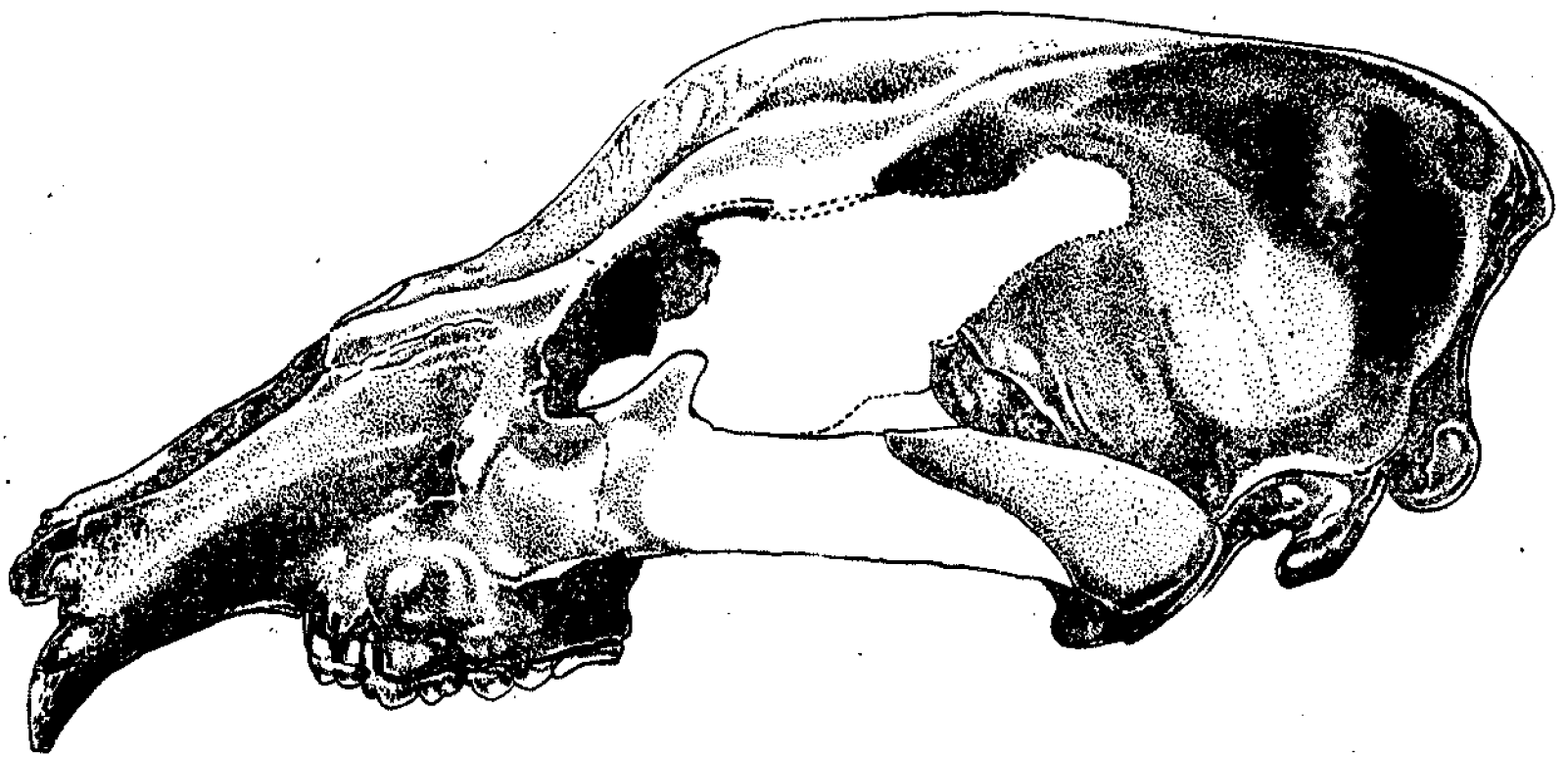


Fig. PD-19 (N.O.-186)

x2

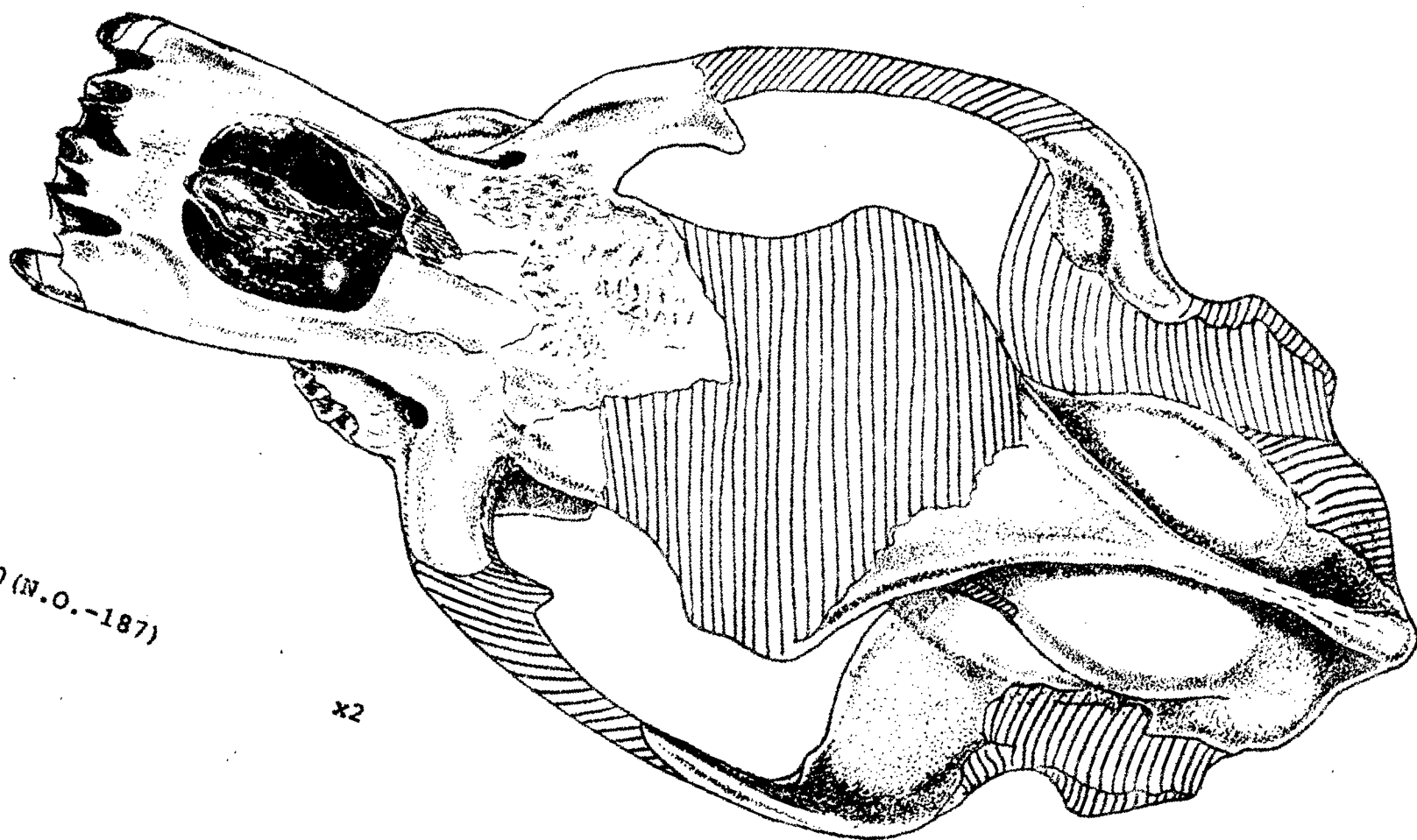


FIG. PD-20 (N.O.-187)

x2

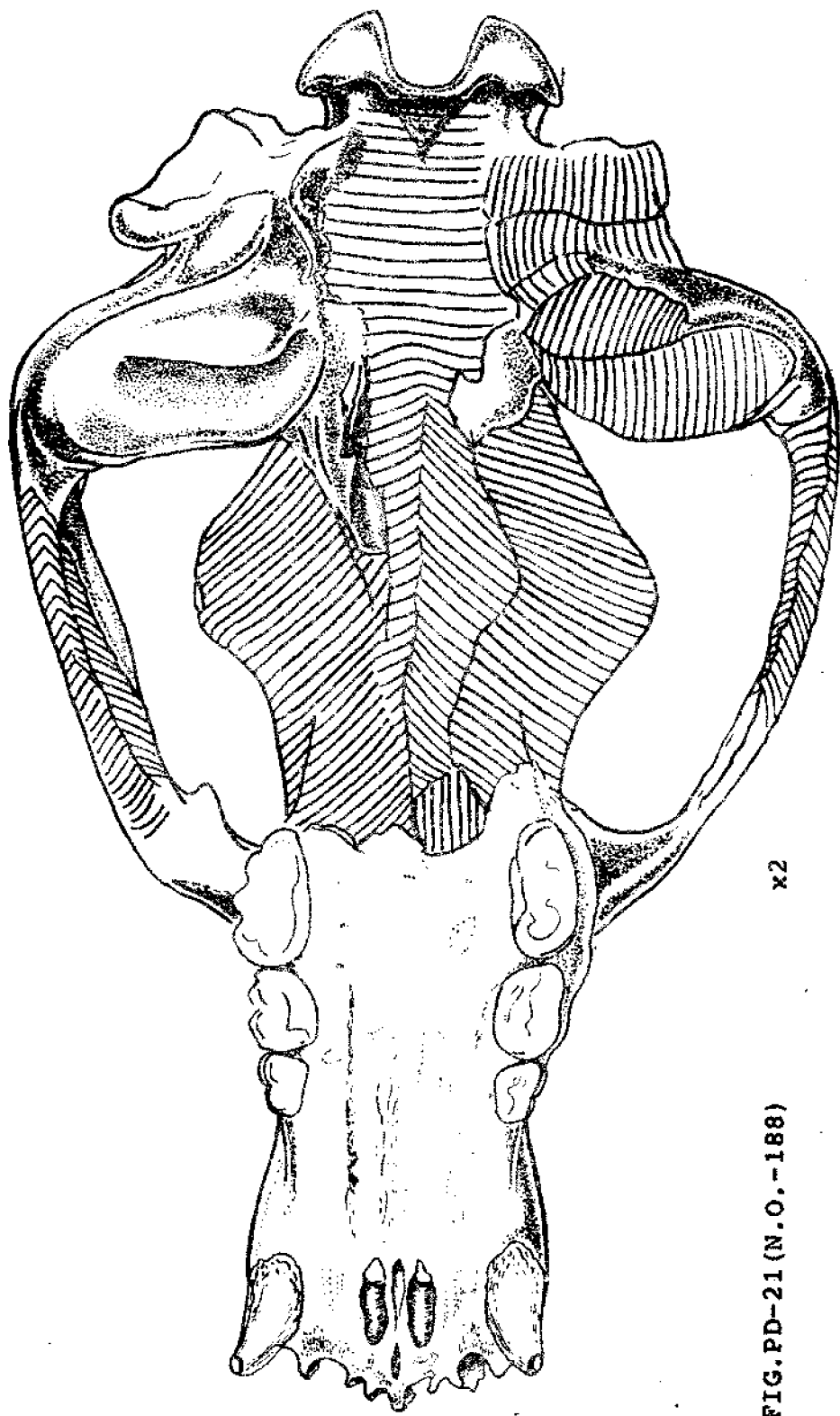


FIG. PD-21 (N.O.-188)

x2



Fig. PD-22 (N.O.-189)

x2

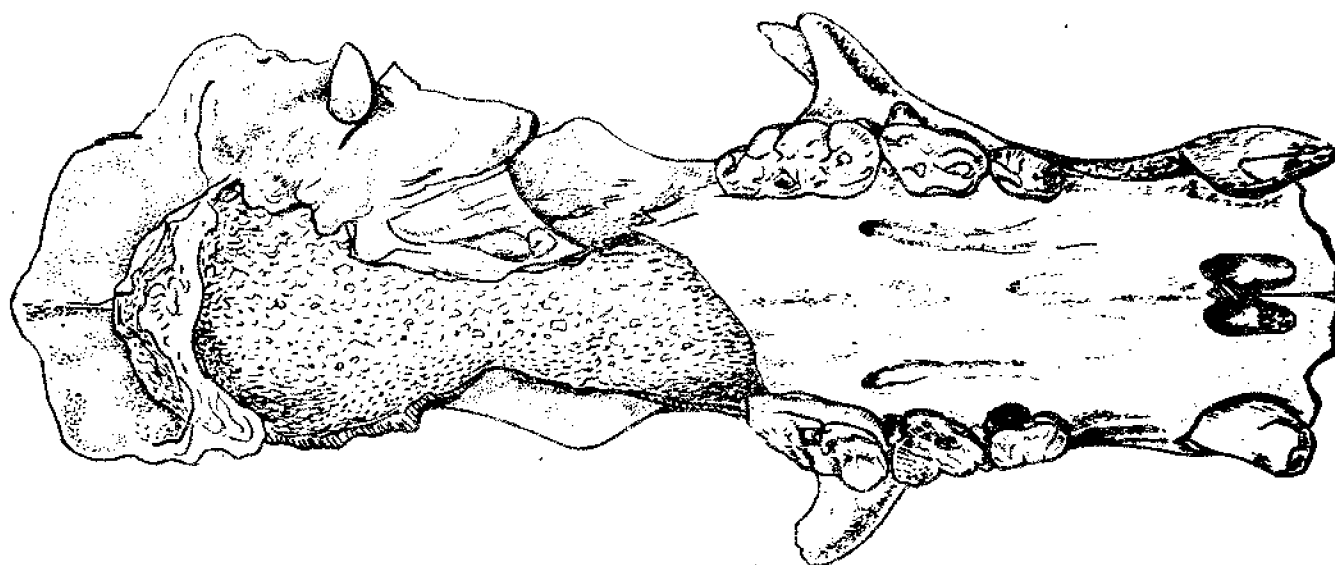


Fig. PD-24 (N.O.-191)

x2

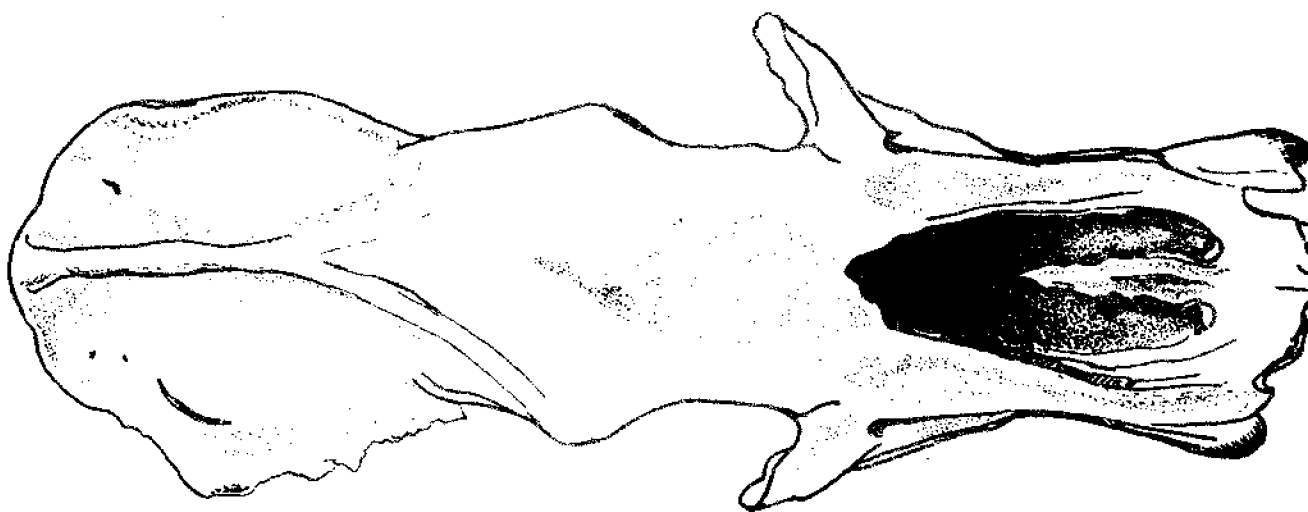


Fig.-23 (N.O.-190)

x2

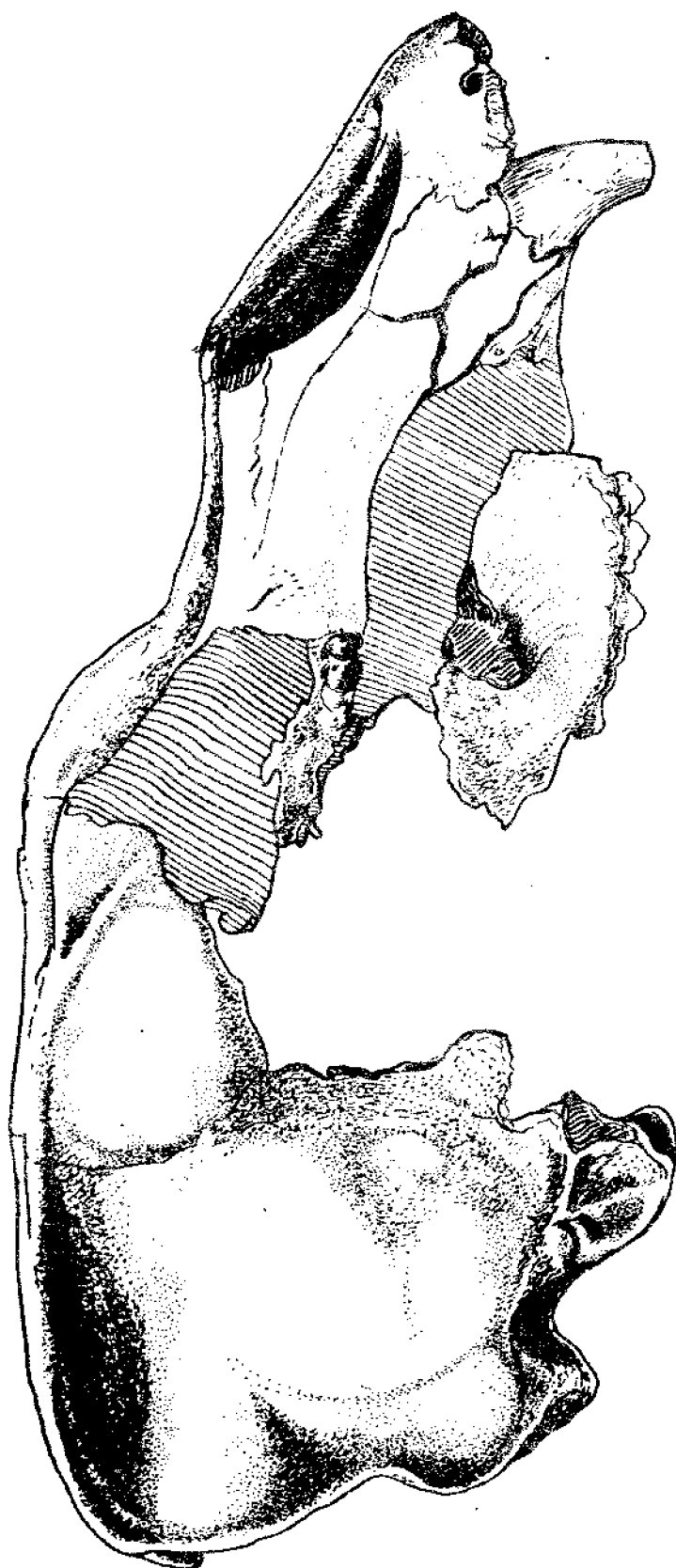


Fig. PD-25 (N.O-192) x2

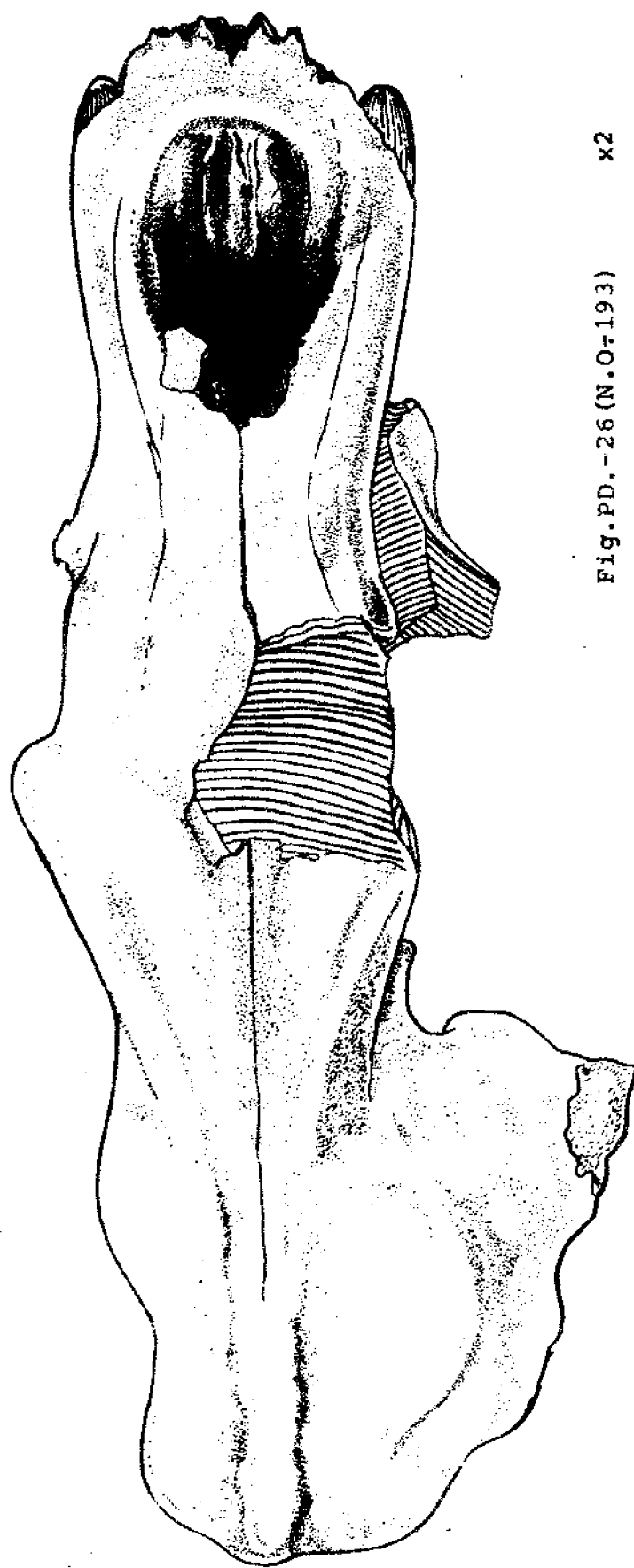


Fig. PD.-26 (N.O-193) x2

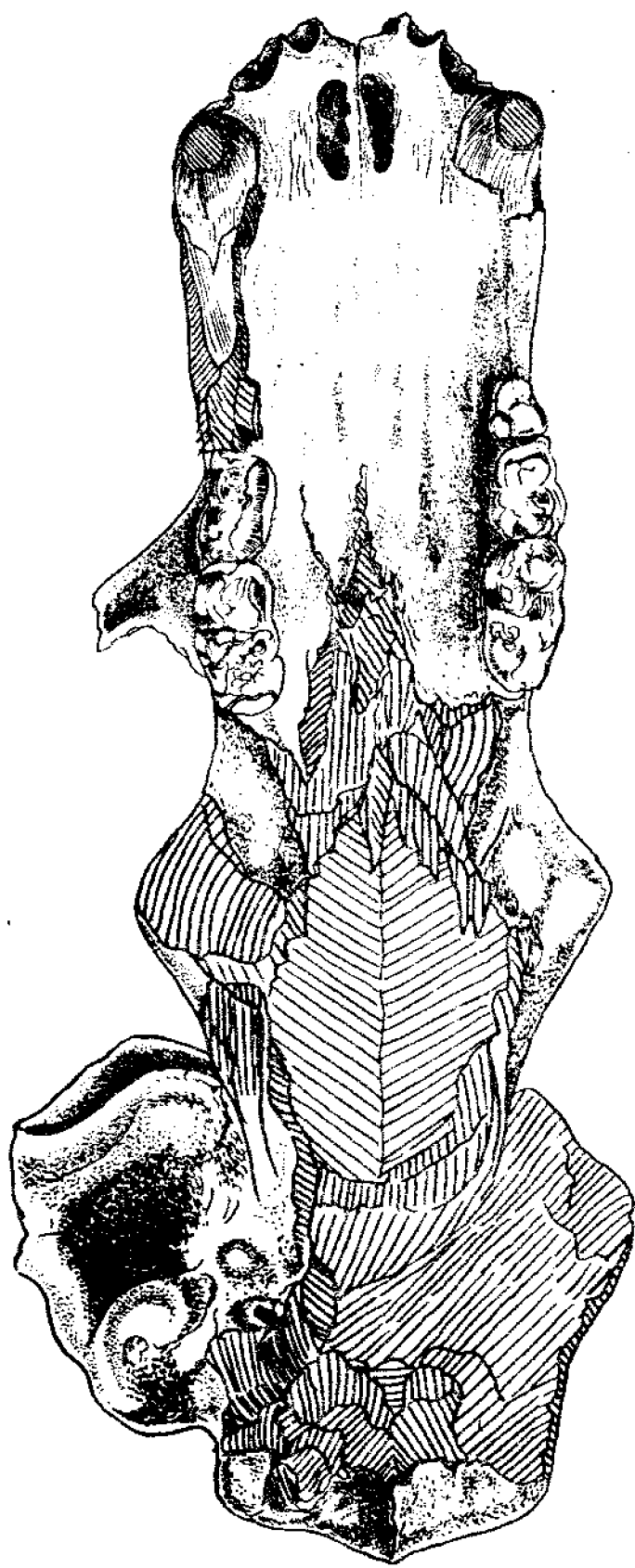


Fig. PD-27 (N.O.-194) x2



Fig.FP-3(N.O.-195) x2

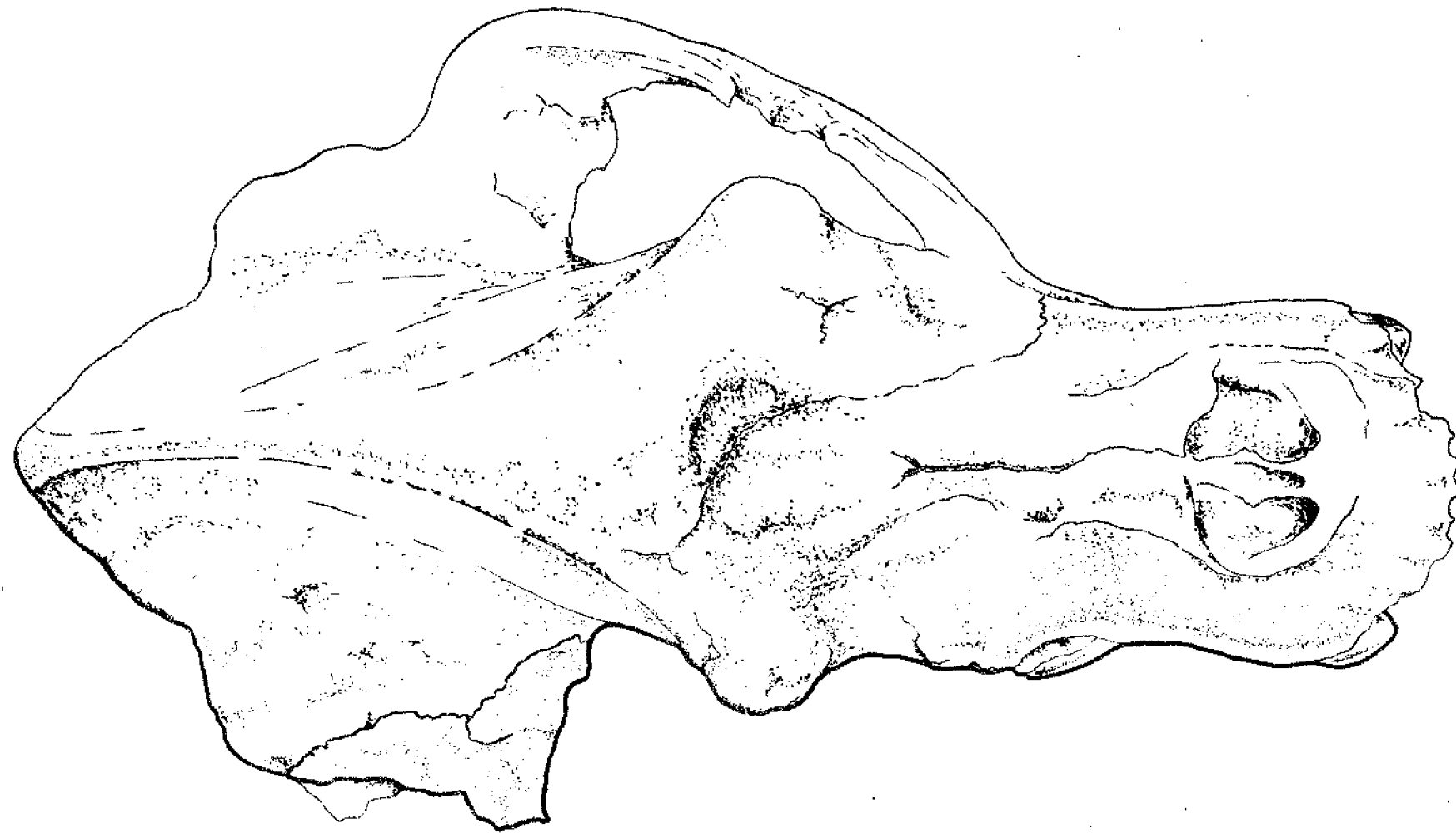


Fig.FP-4(N.O.-196) x2

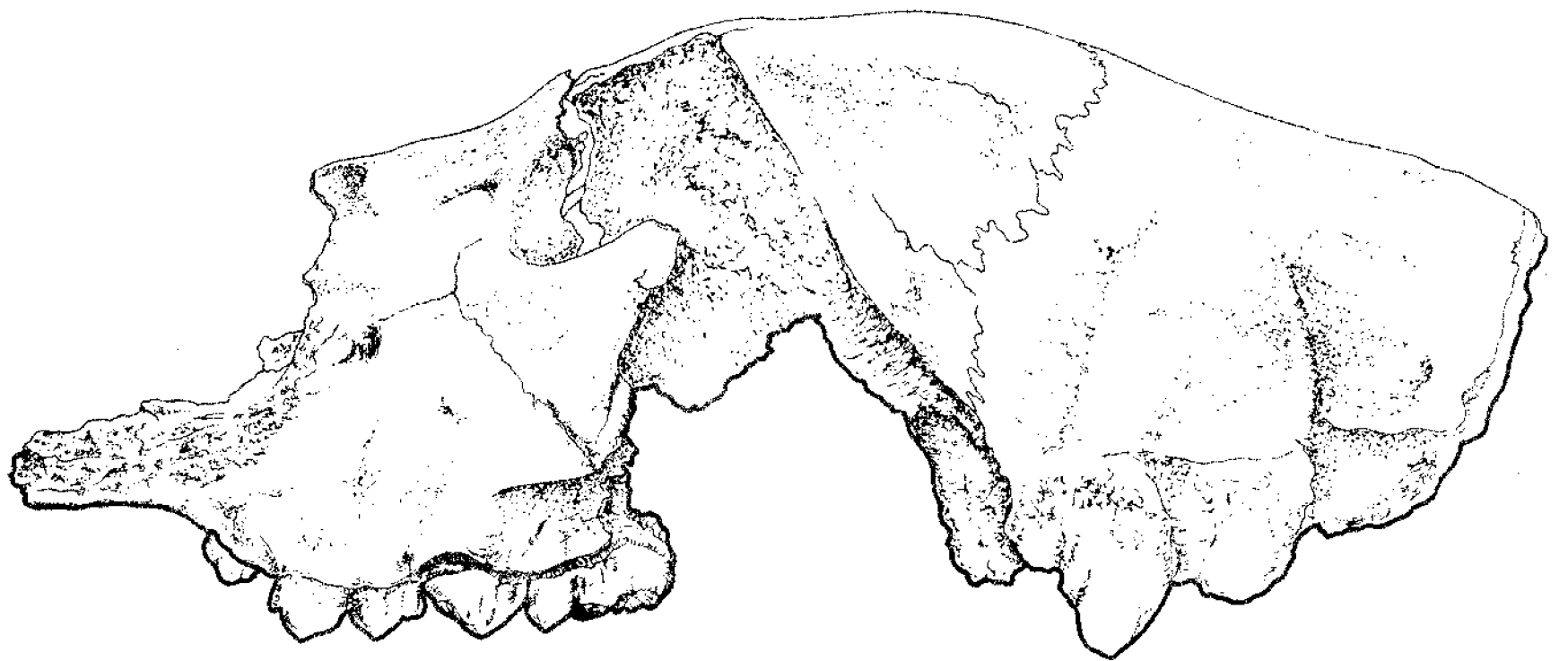


Fig.FP-5(N.O.-197) x2

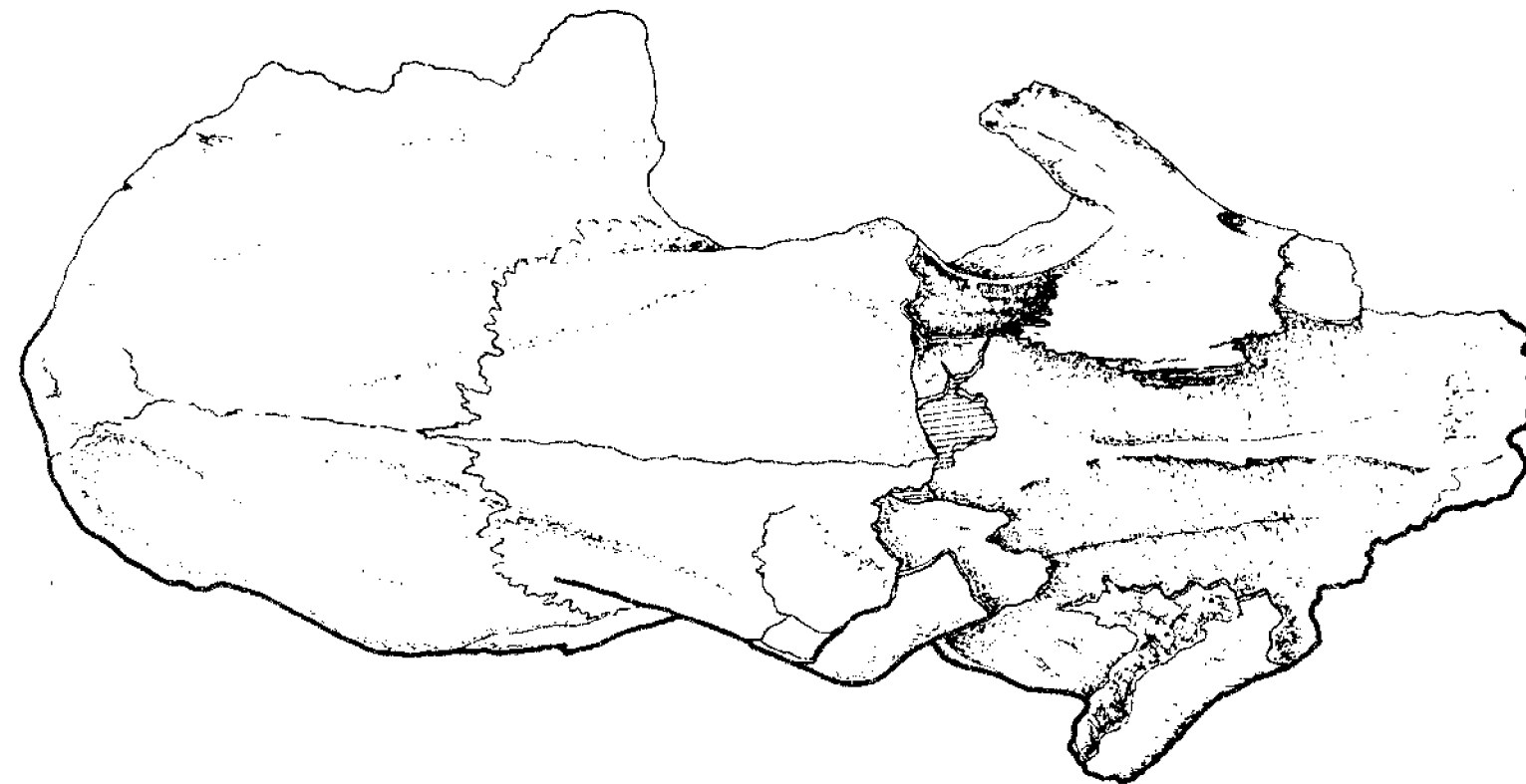


Fig.FP-6 (N.O.-198) x2



Fig.FP-7(N.O.-199) x2

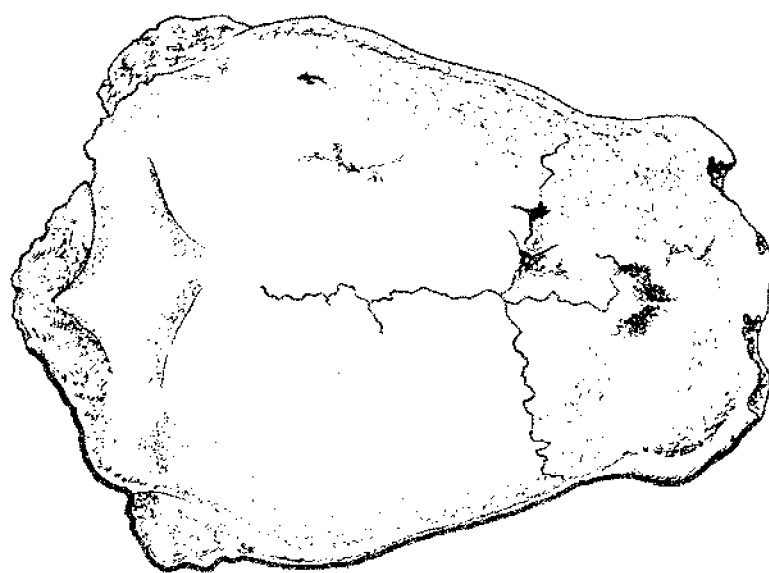
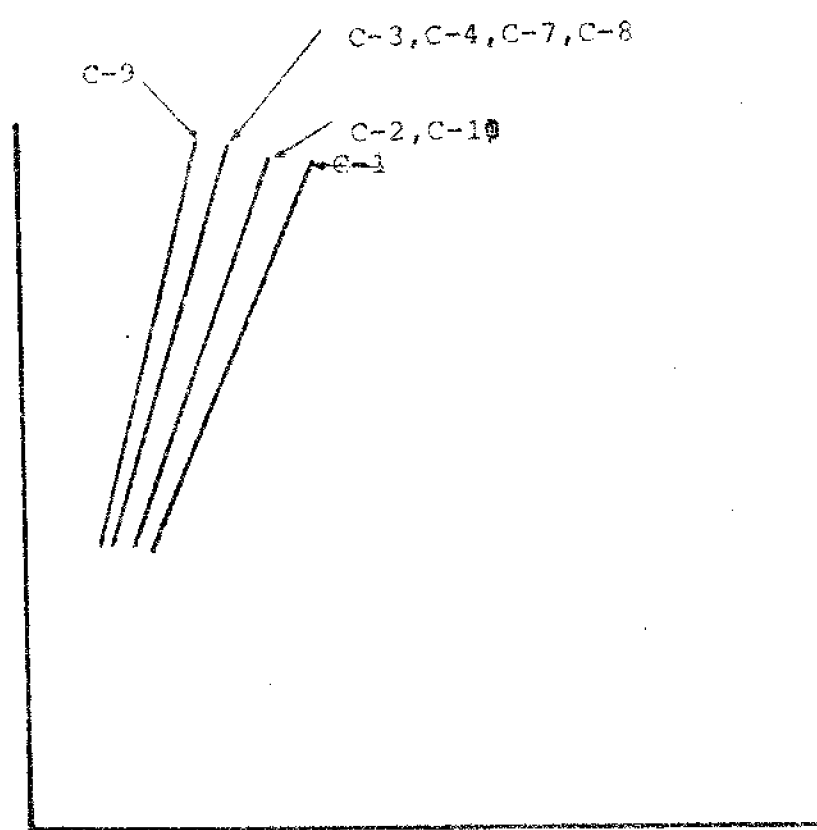


Fig.FP-8(N.O.-200)x2



VARIACIONES DEL ANGULO INCISIVAL EN LOS CRANEOS
 DE OSO DE LAS CAVERNAS DE LA CUEVA DEL REGUERILLO
 PATONES (MADRID) fig. EP-4 (N.O.-201)

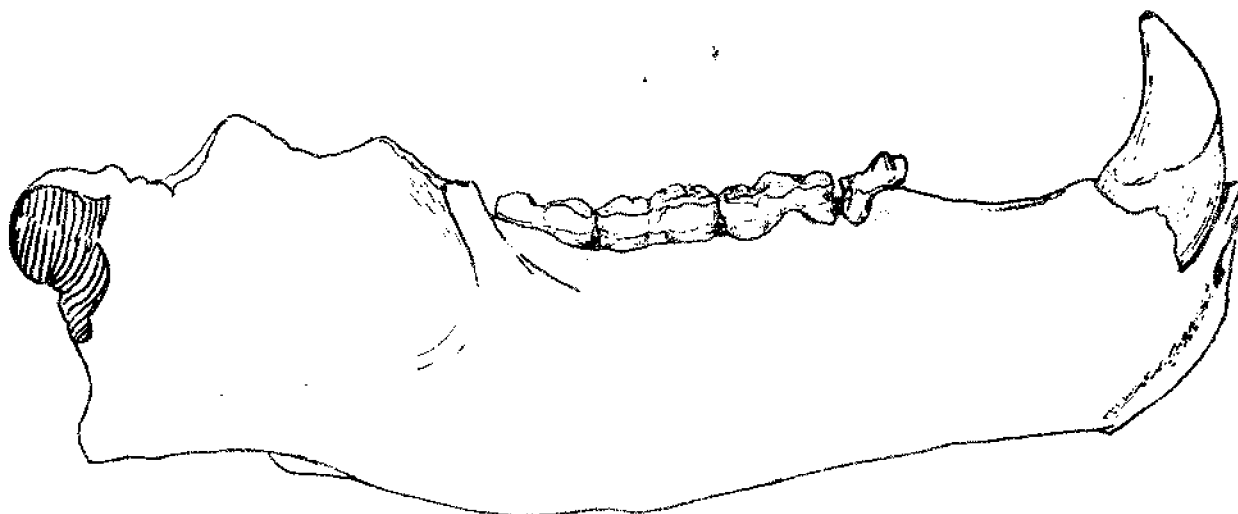


Fig. PD-28 (N.O.-202)

x2

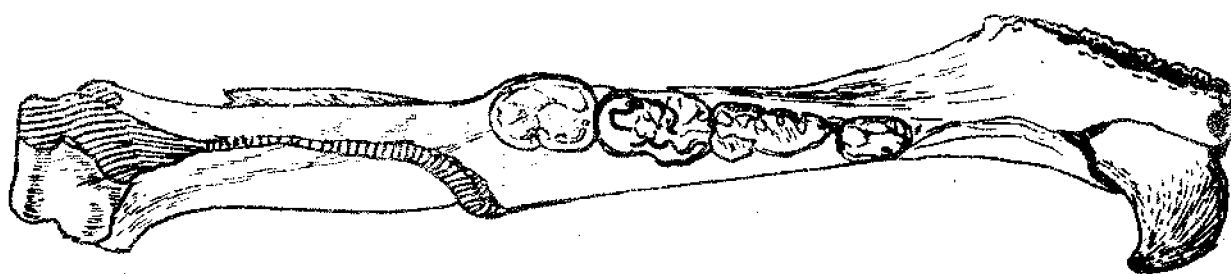


Fig. PD-29 (N.O.-203)

x2

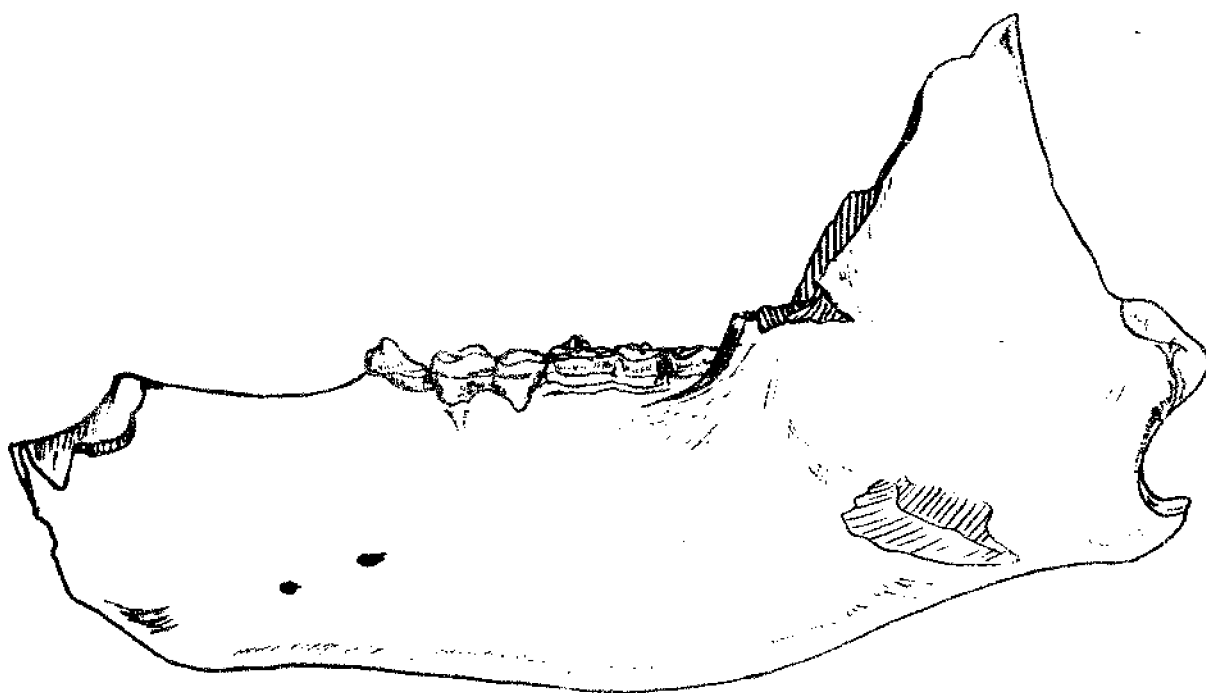


Fig. PD-30 (N.O.-204)

x2

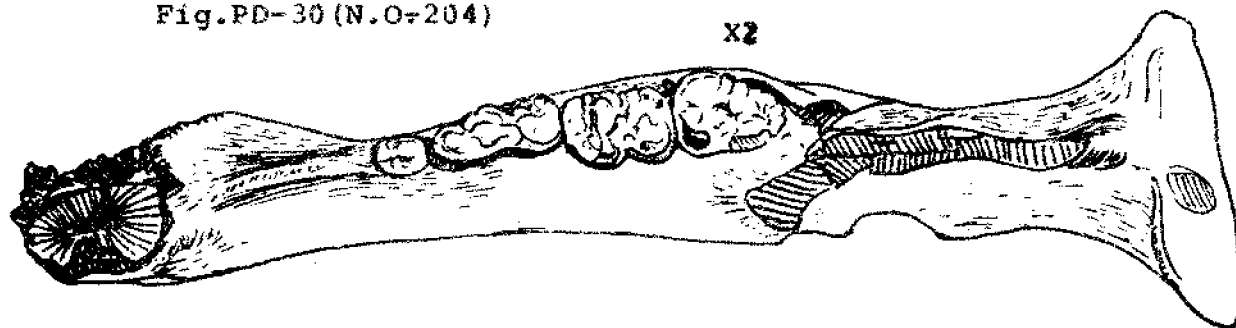


Fig. PD.-31 (N.O.-205)

x2

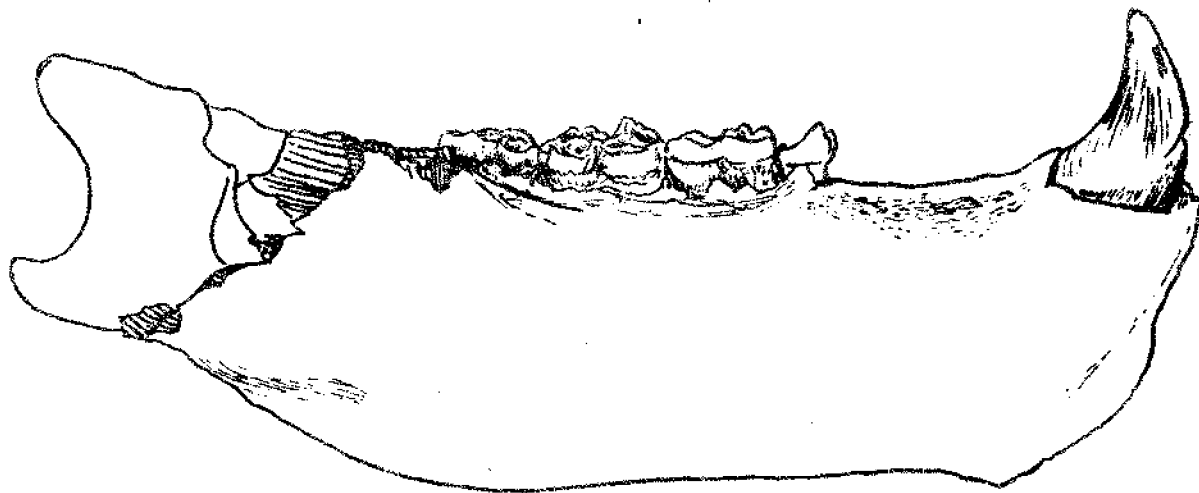


Fig. PD-32 (N.O.-206) x2

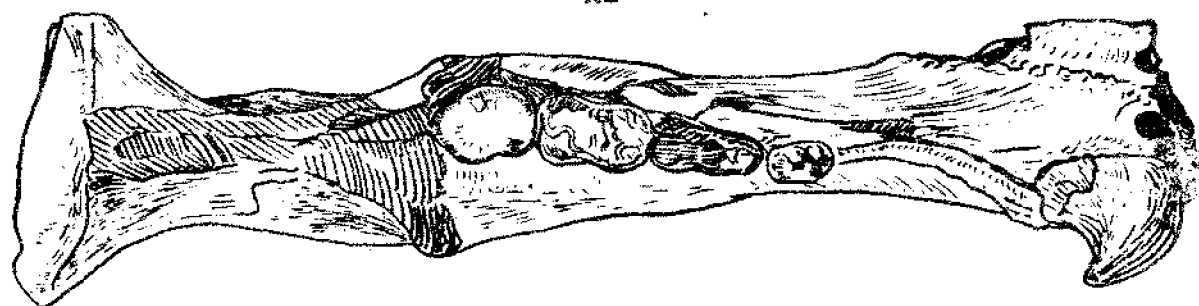


Fig. PD-33 (N.O.-207) x2

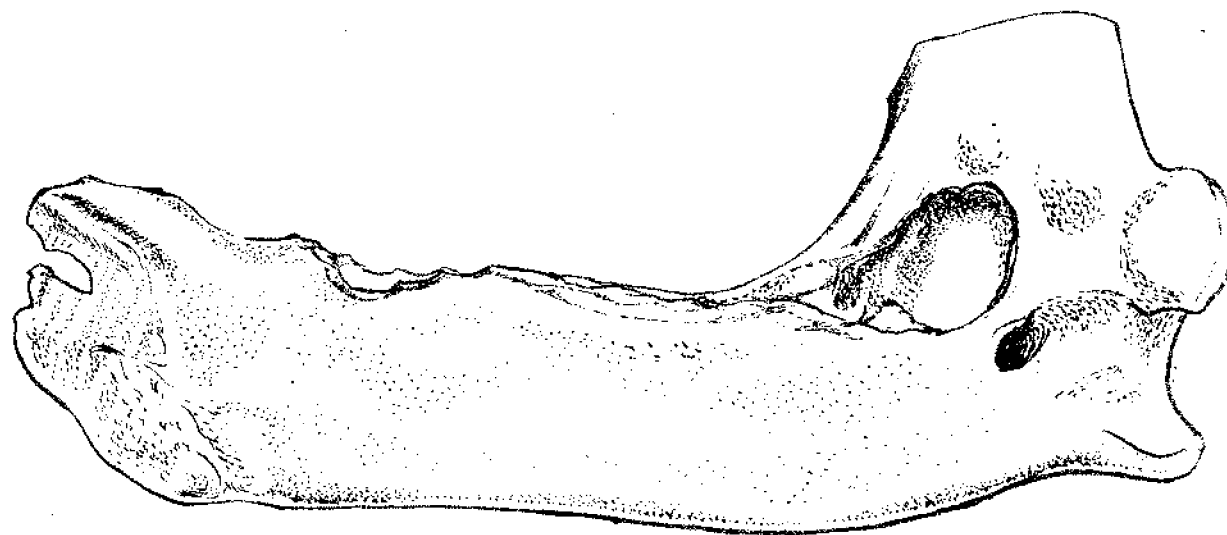


Fig. PD-35 (N.O.-208)

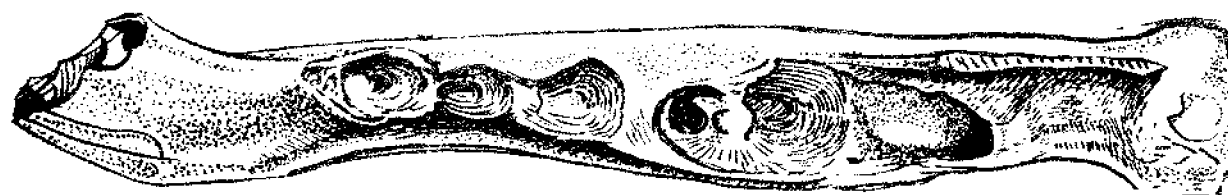


Fig. PD-36 (N.O.-209)

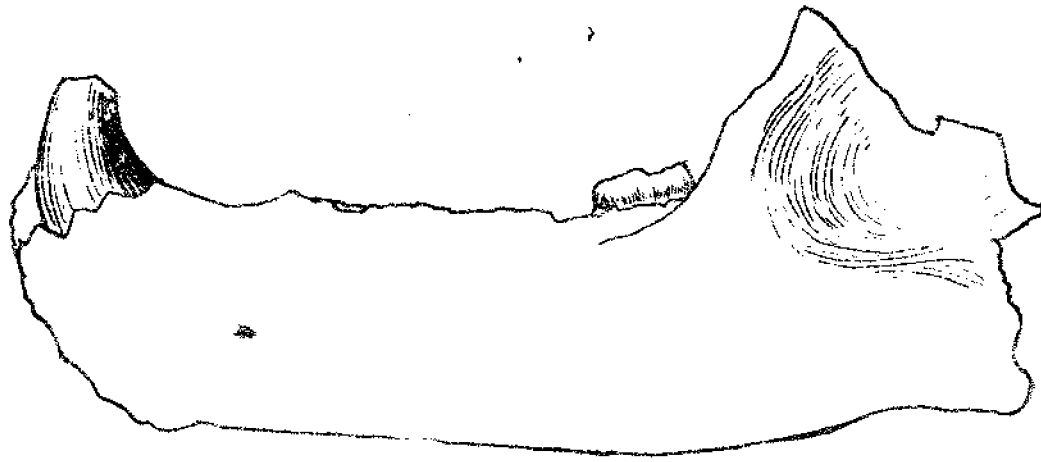


Fig. PD-37 (N.O.-210) x2

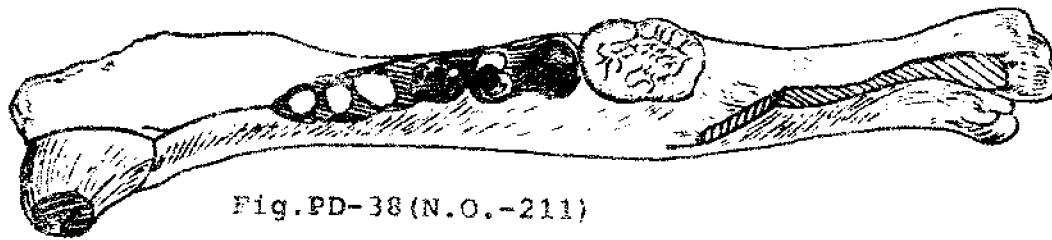


Fig. PD-38 (N.O.-211) x2

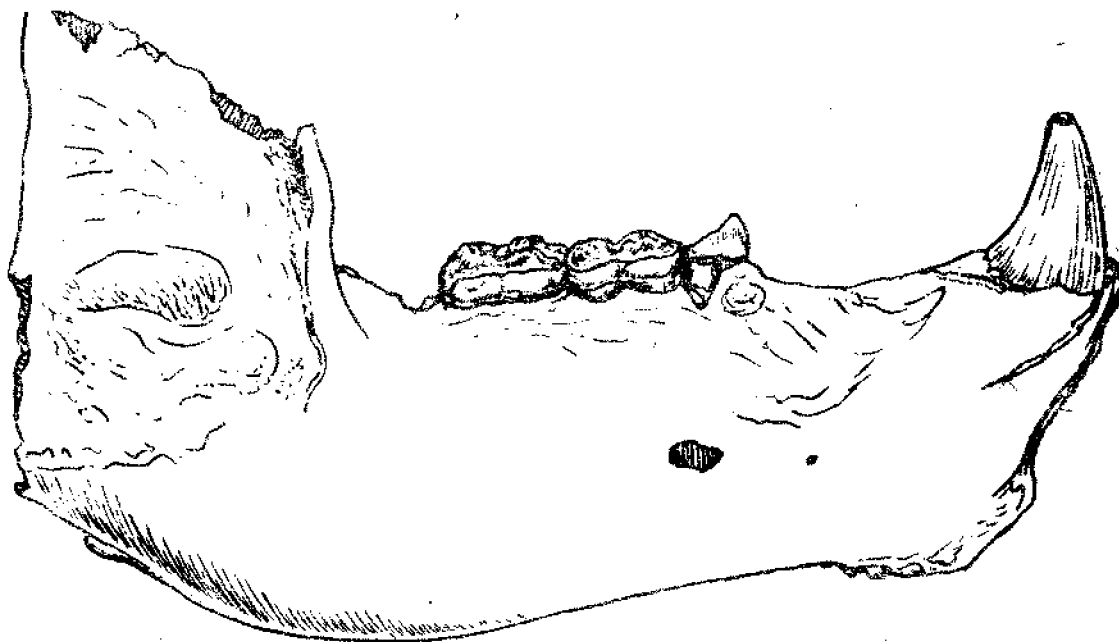


Fig. PD-39 (N.O.-212) x2

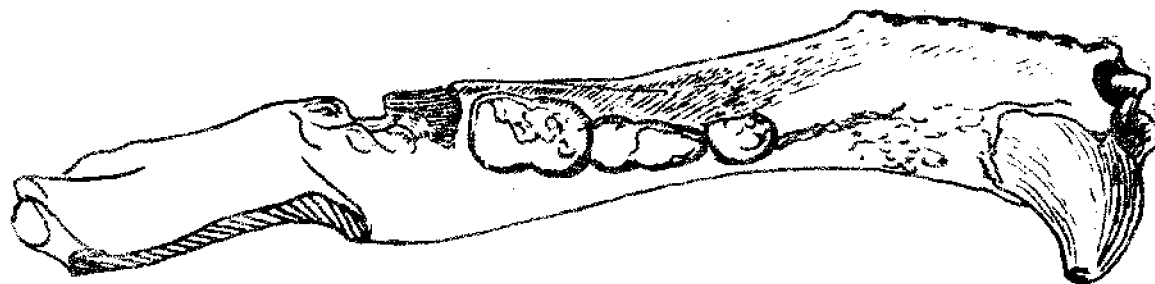


Fig. PD-40 (N.O. 213) x2

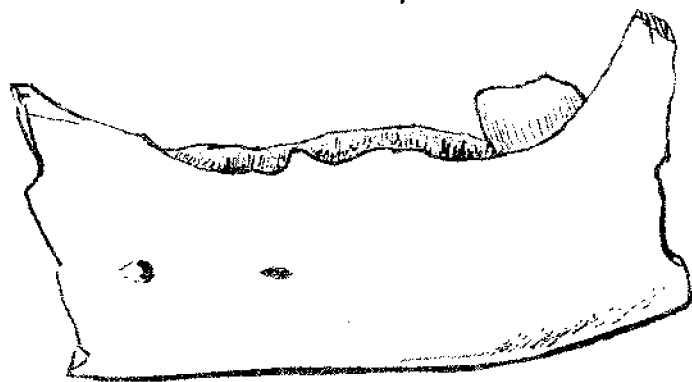


Fig. PD-34 (N.O.-214)

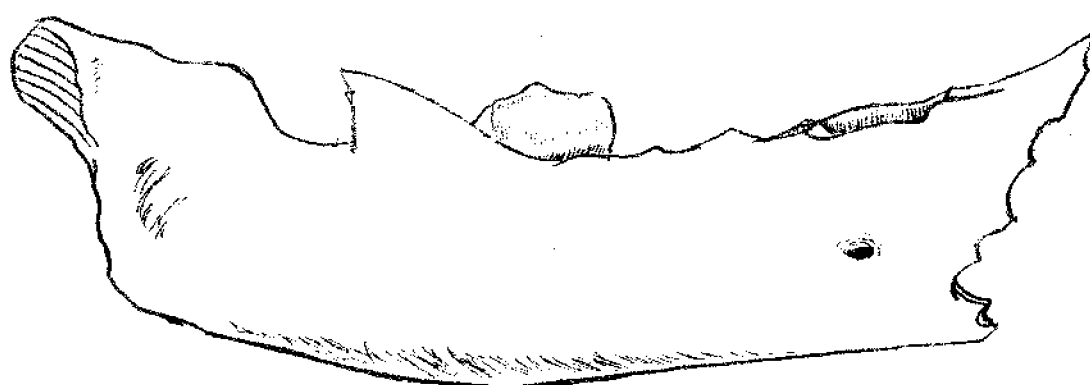


Fig. PD-41 (N.O.-215)

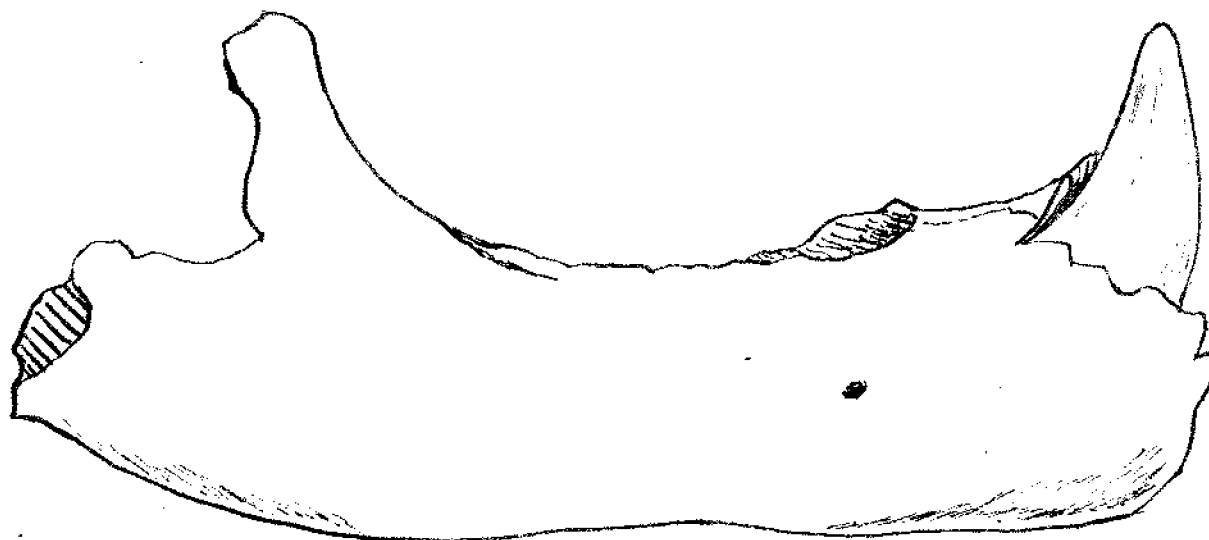


Fig. PD-44 (N.O.-216)

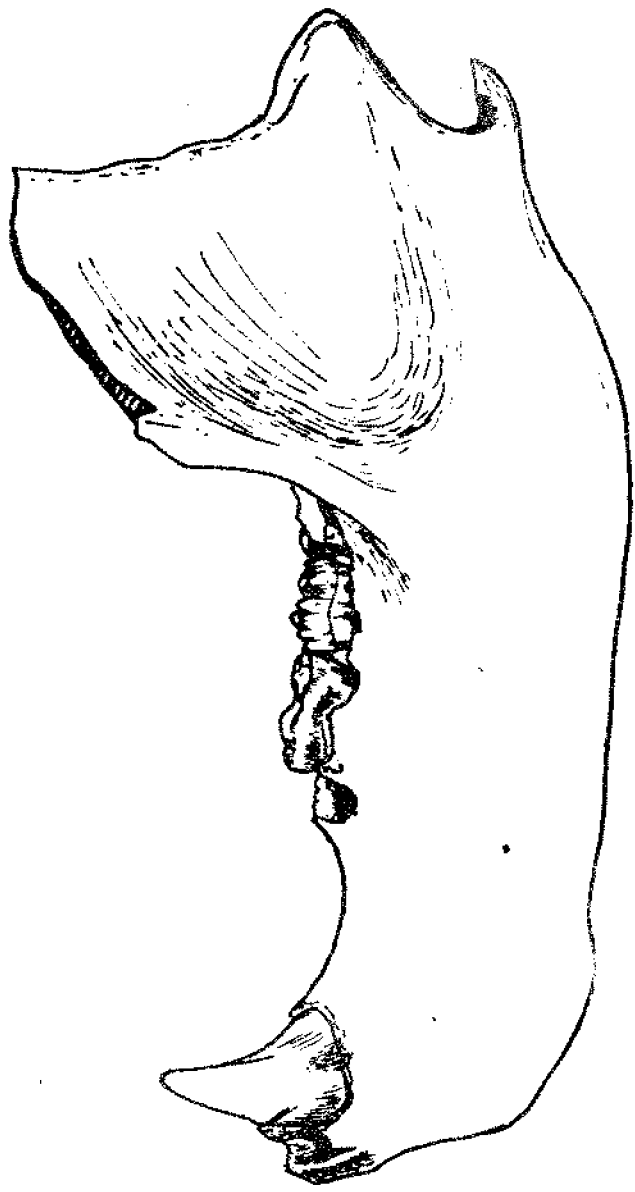


Fig. PD-42 (N.O-217)

x2

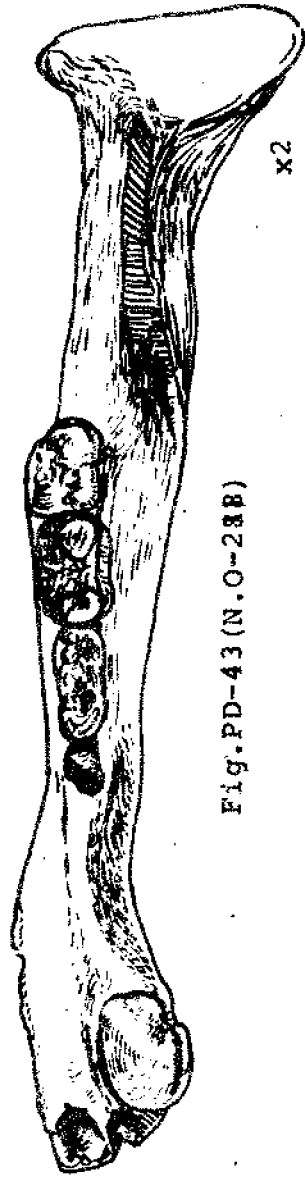


Fig. PD-43 (N.O-288)

x2

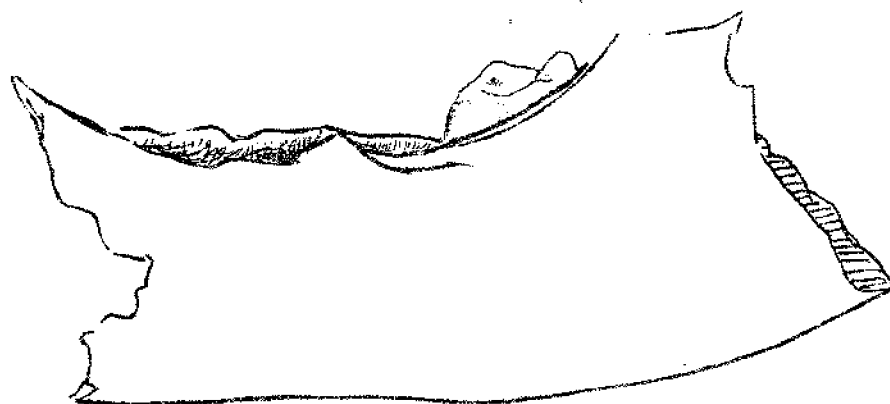


Fig. PD-45 (N.O.-219)

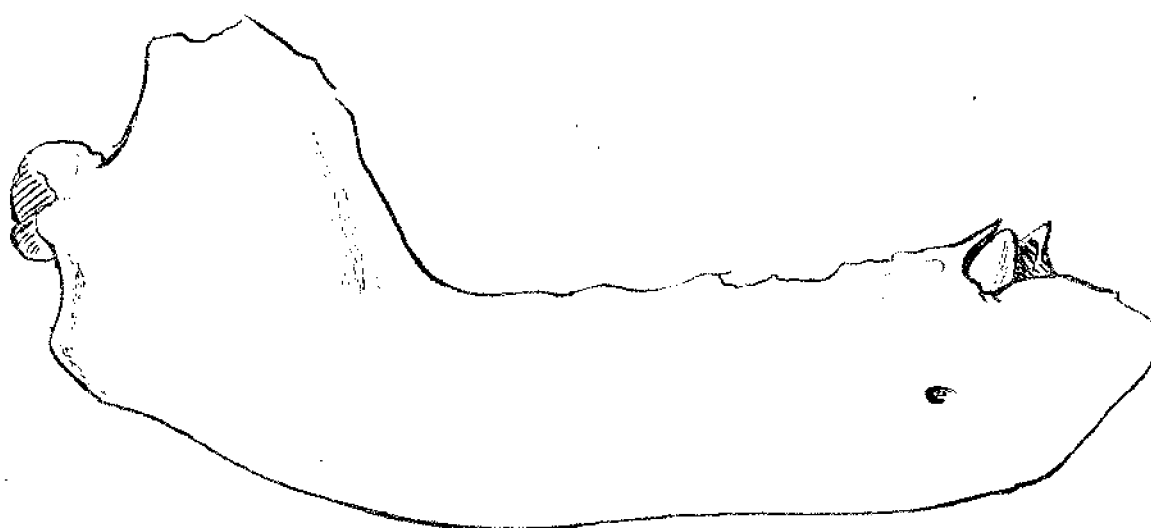


Fig. PD-48 (N.O.-220)



Fig. PD-49 (N.O.-221)

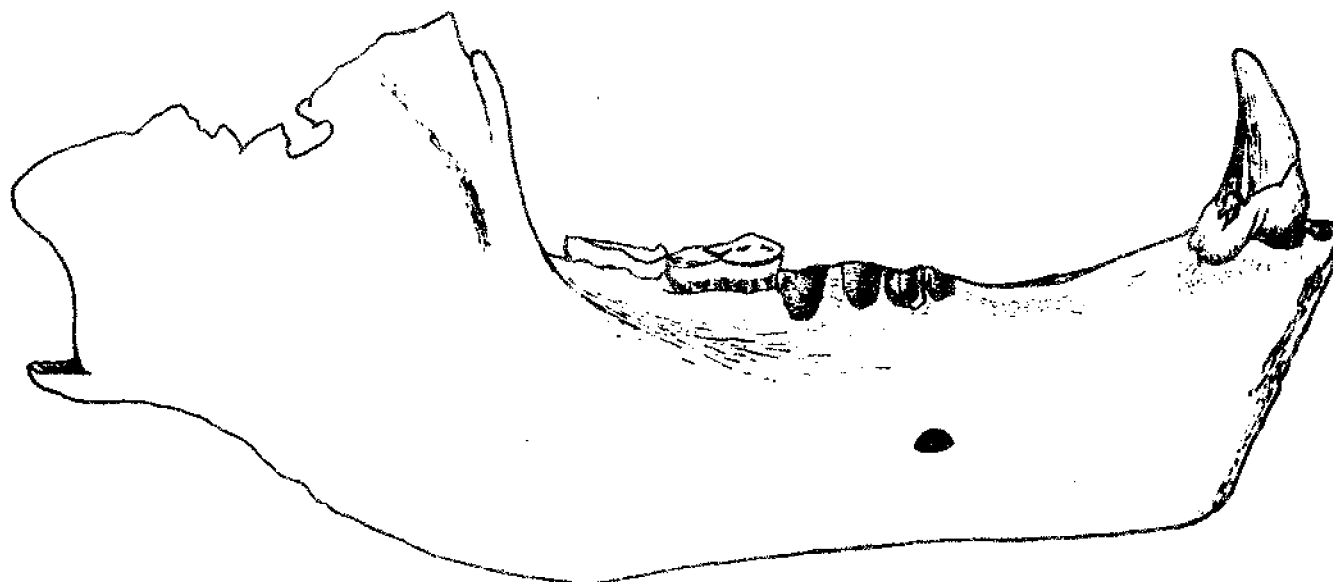


Fig-PD-46 (N.O.-222) x2

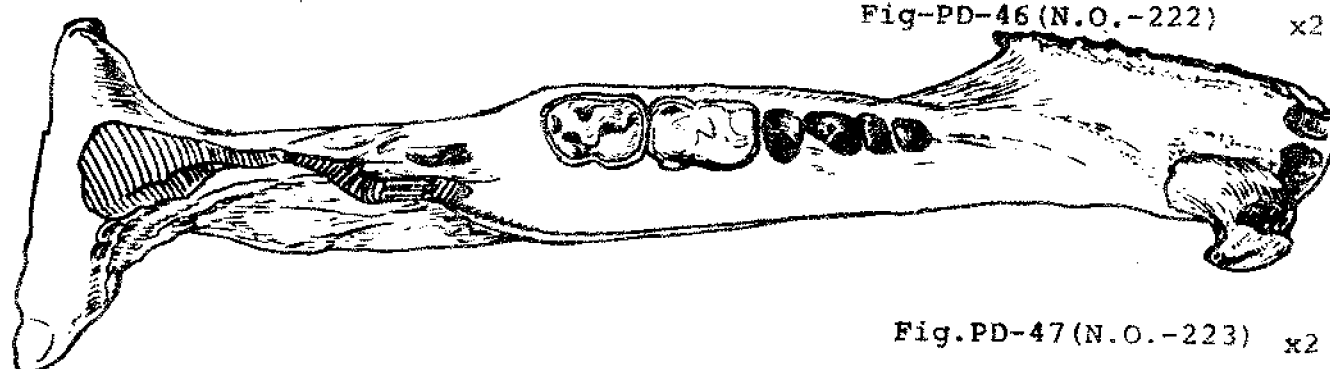


Fig. PD-47 (N.O.-223) x2

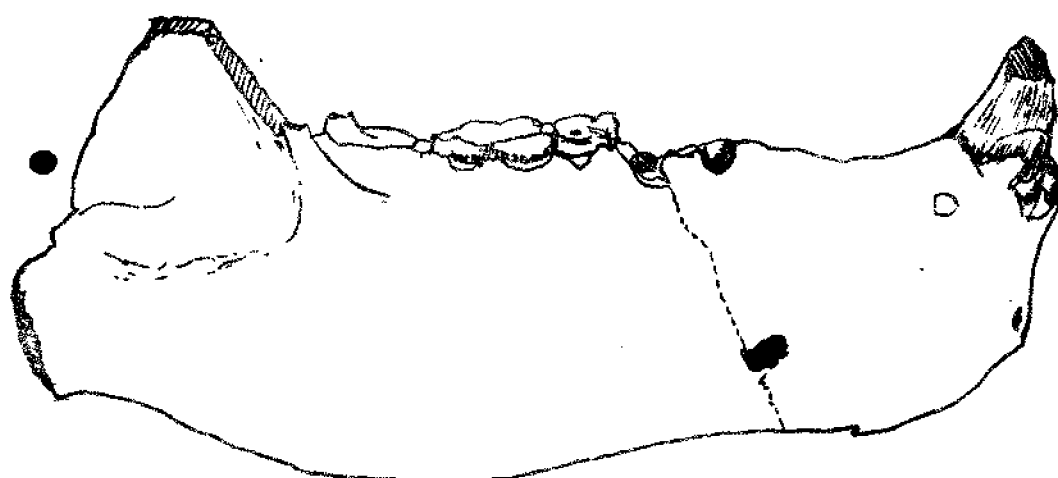


fig. PD-50 (N.O-224) x2

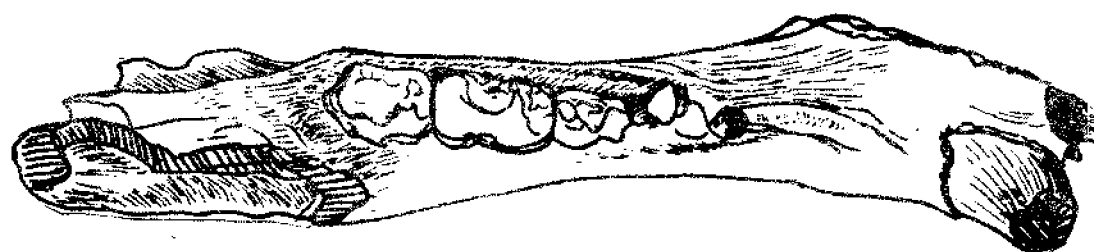


fig. PD-51 (N.O-225) x2

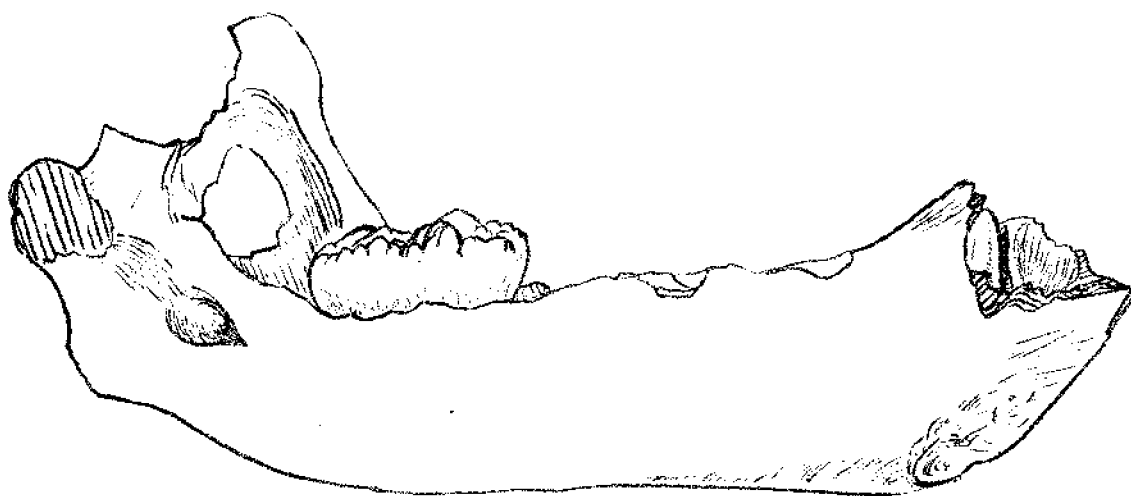


Fig. PD-52 (N.O.-226)

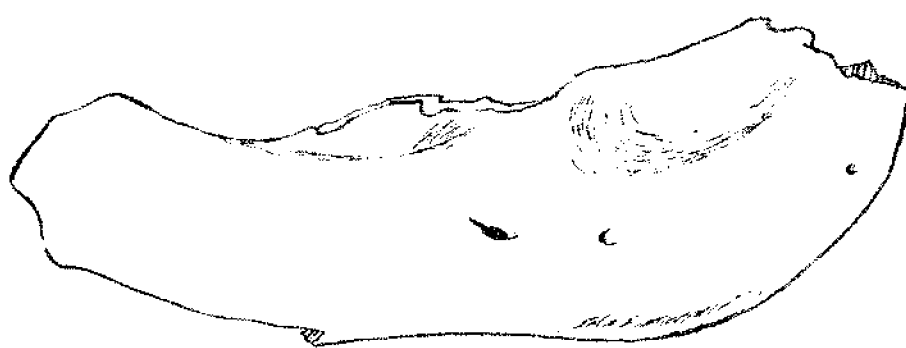


Fig. PD-53 (N.O.-227)

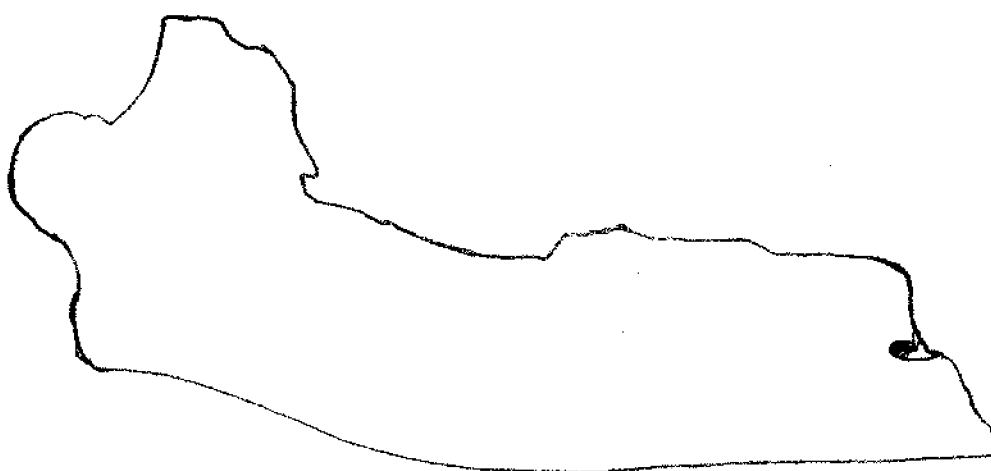


Fig. Fig. PD-54 (N.O.-228)



Fig. PD-55 (N.O.-229)

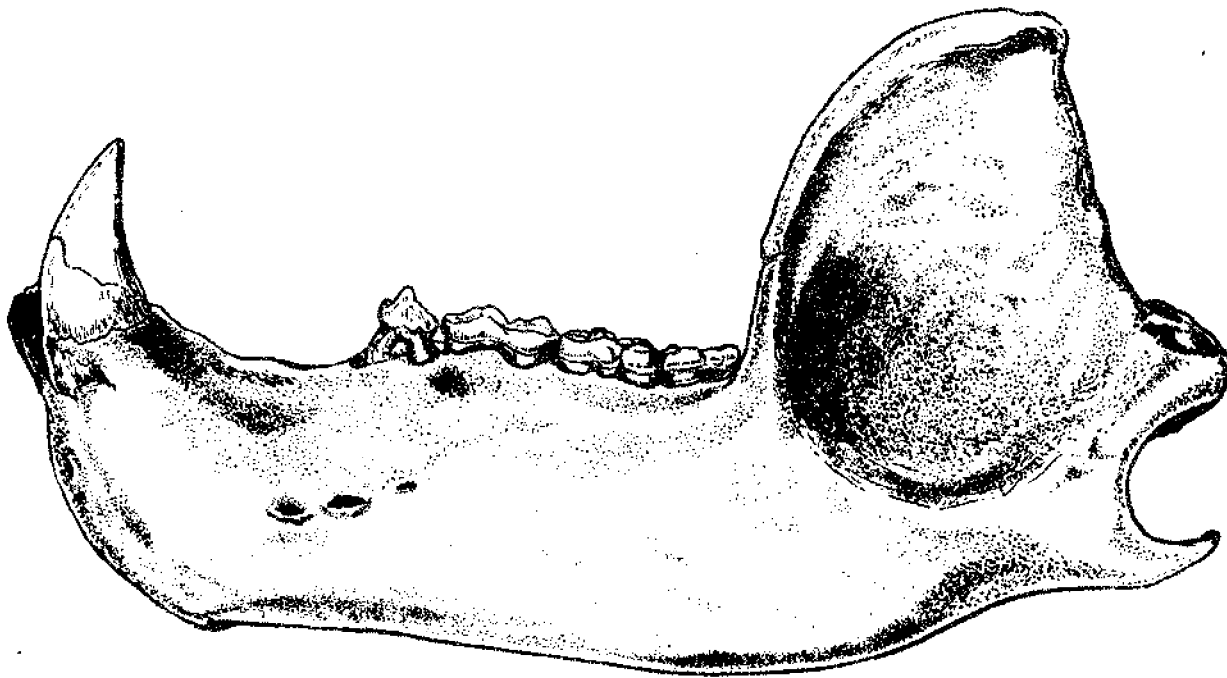


Fig.PD_56(N.O.-230) x2

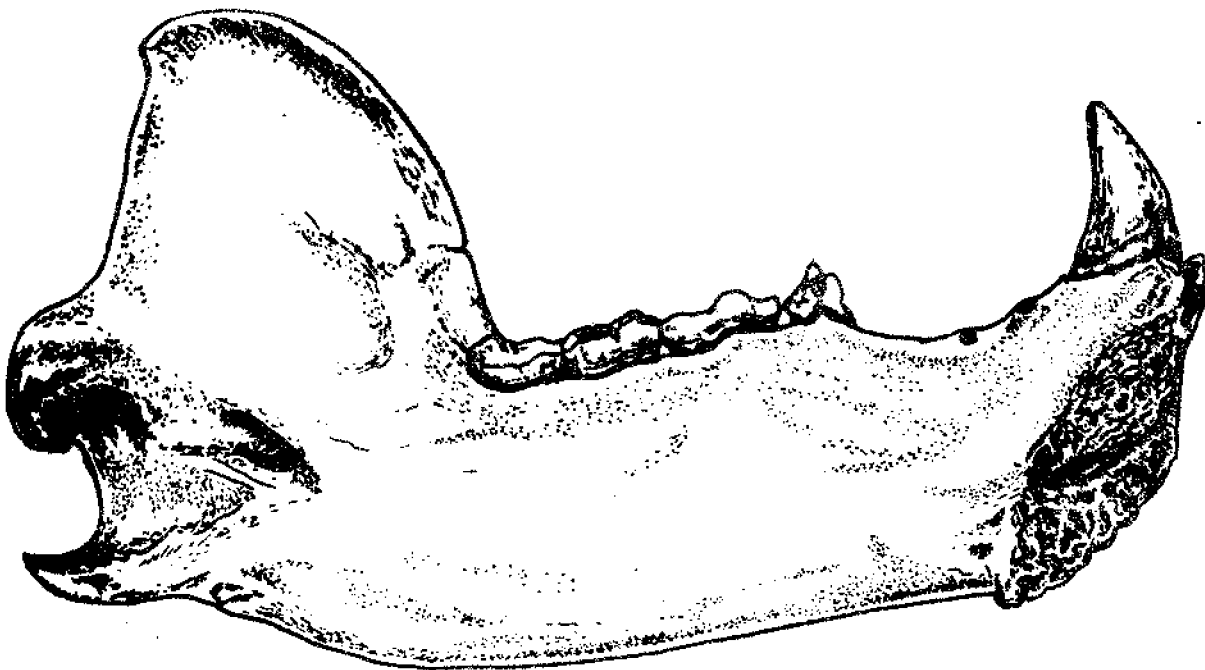


Fig.PD-57(N.O.-231) x2

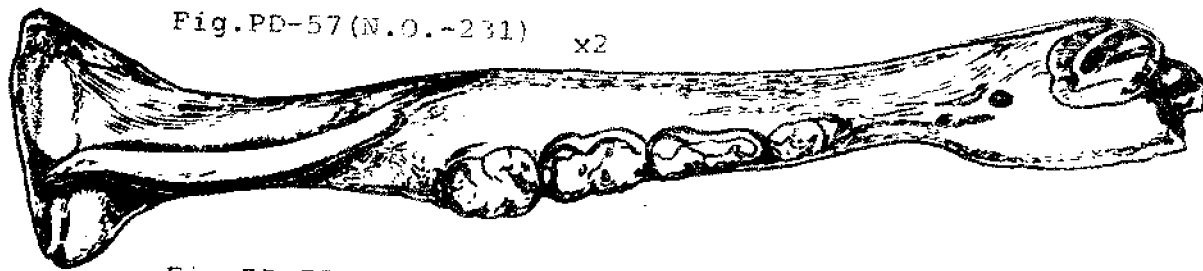
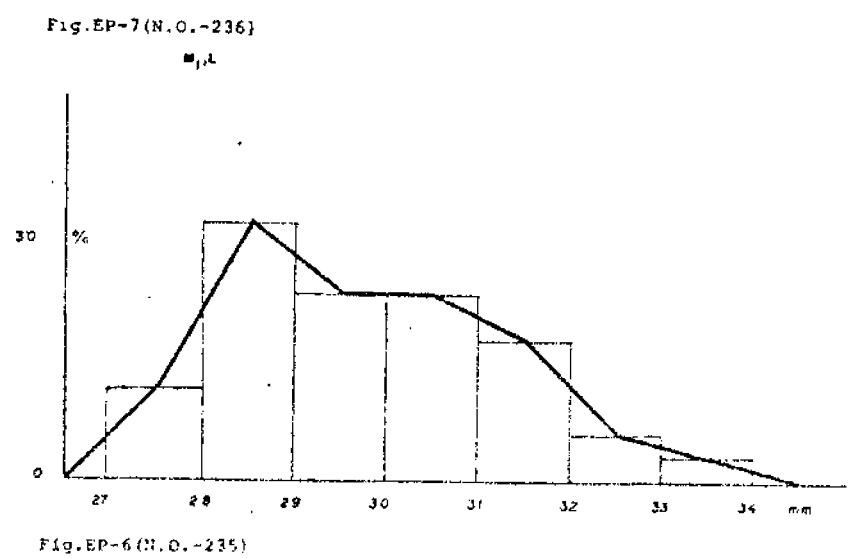
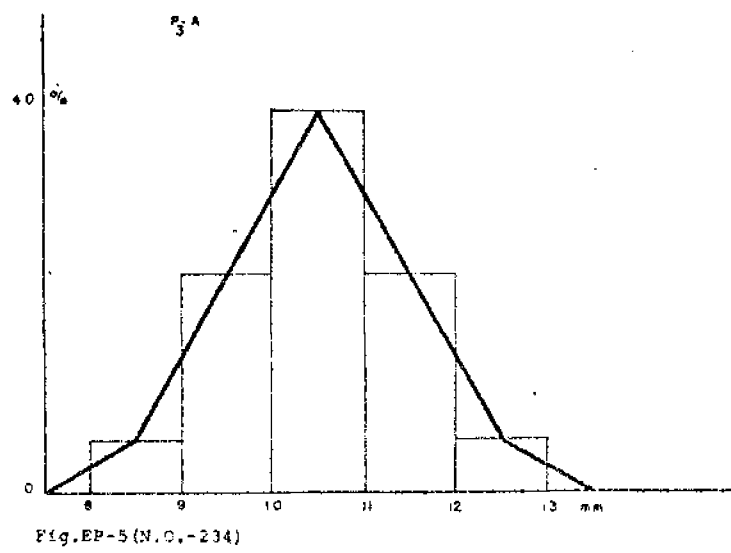
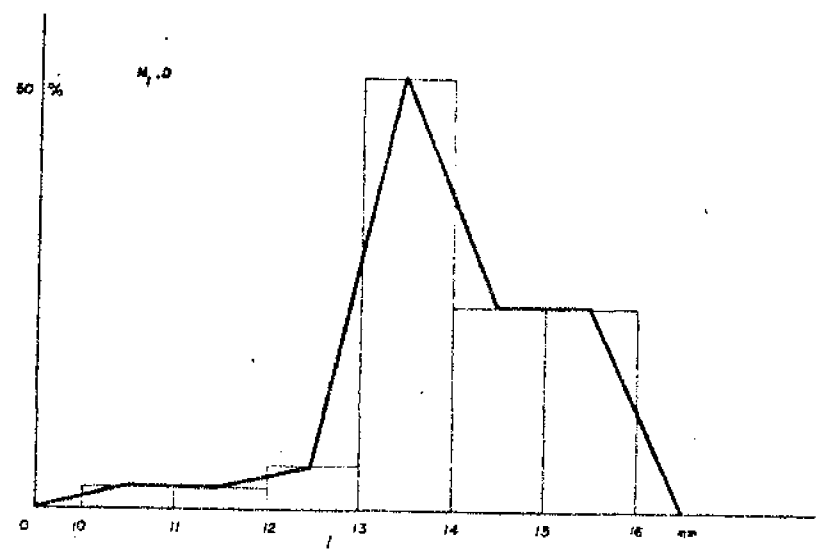
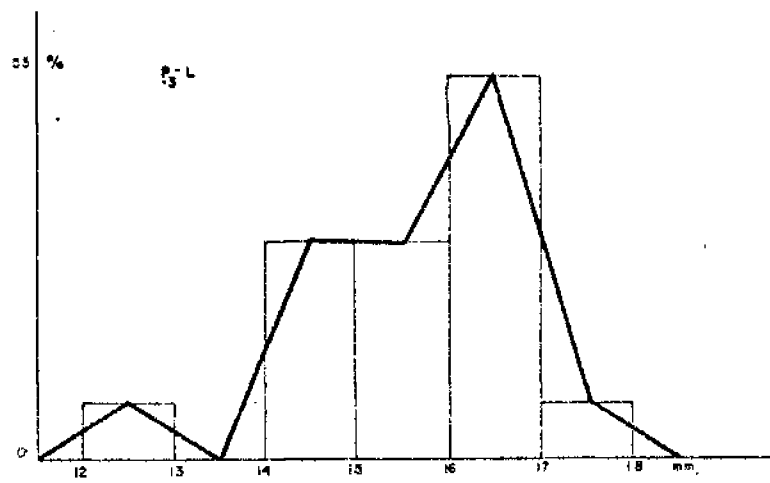


Fig.PD-58(N.O.-234) x2



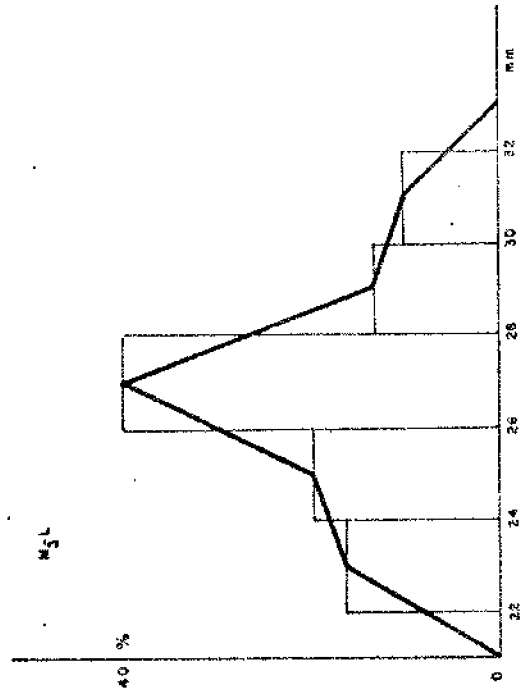


Fig. EP-1 (N.O.-239)

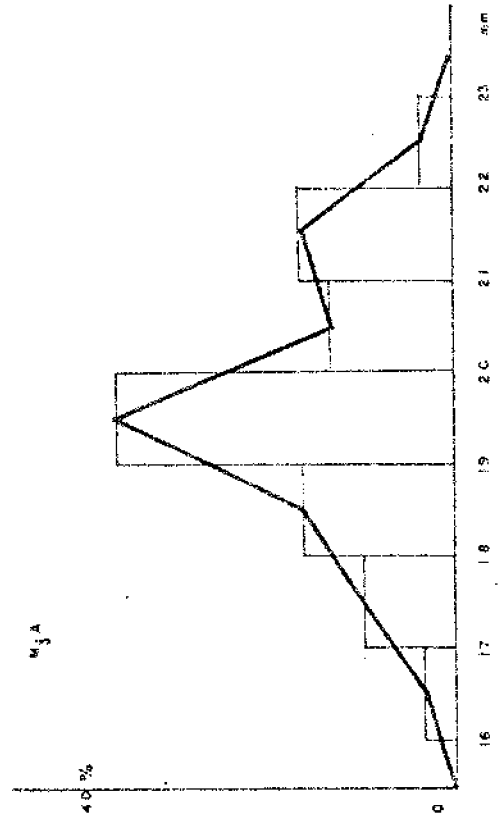


Fig. EP-10 (N.O.-240)

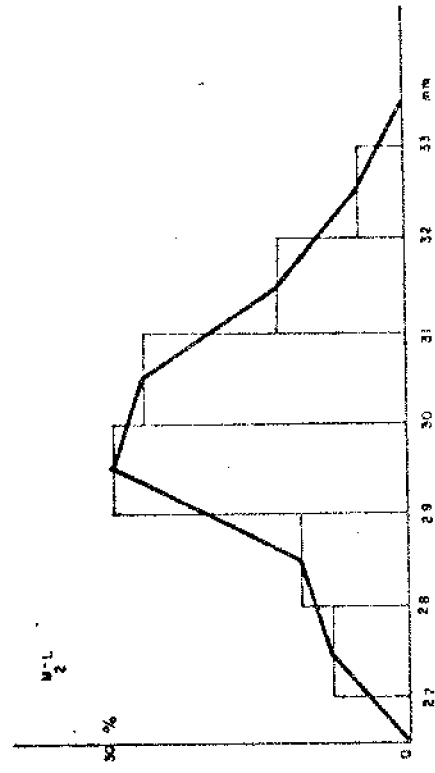


Fig. EP-8 (N.O.-237)

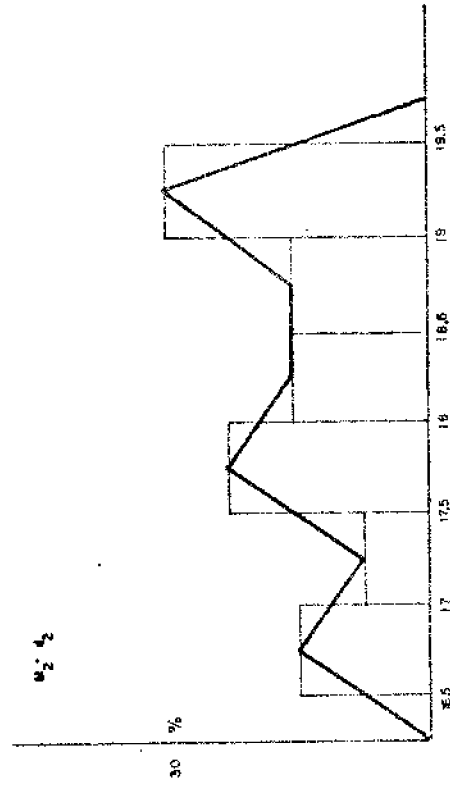


Fig. EP-9 (N.O.-236)

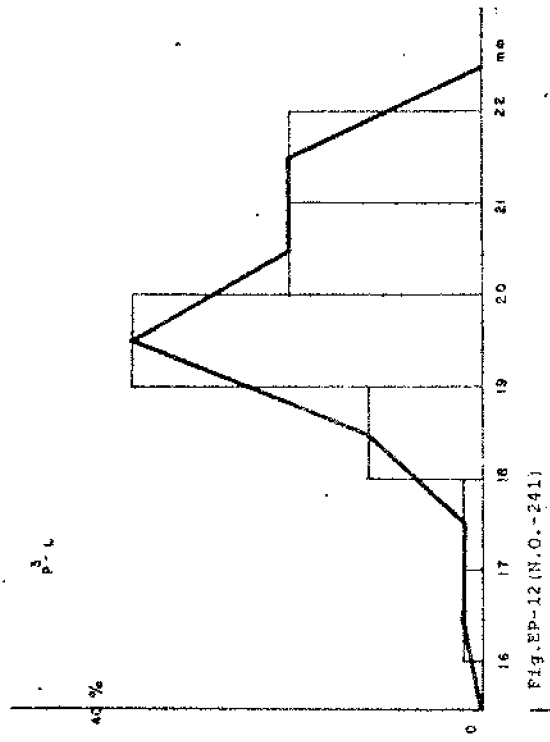


Fig. EP-12 (N.O.-241)

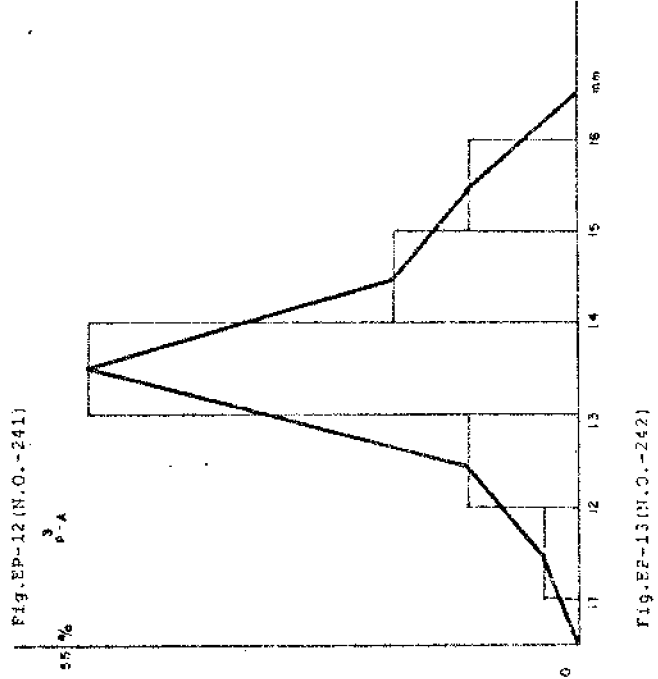


Fig. EP-13 (N.O.-242)

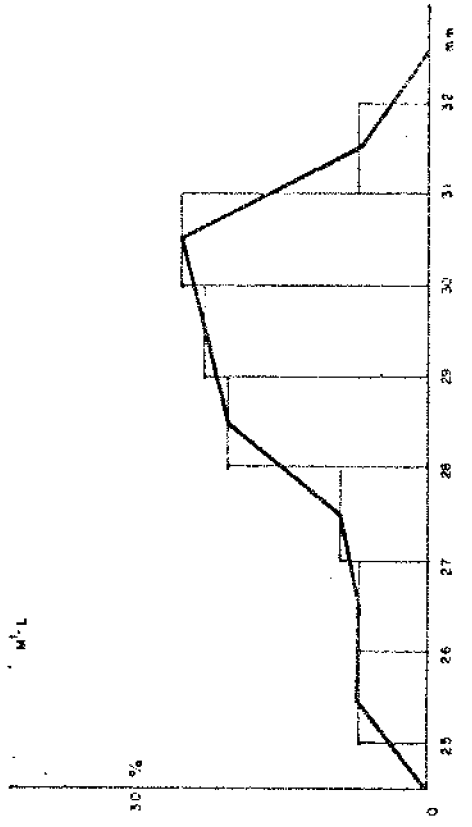


Fig. EP-14 (N.O.-243)

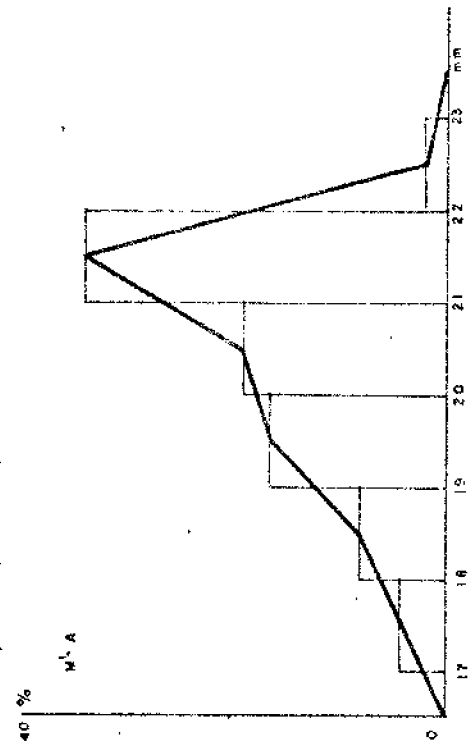


Fig. EP-15 (N.O.-244)

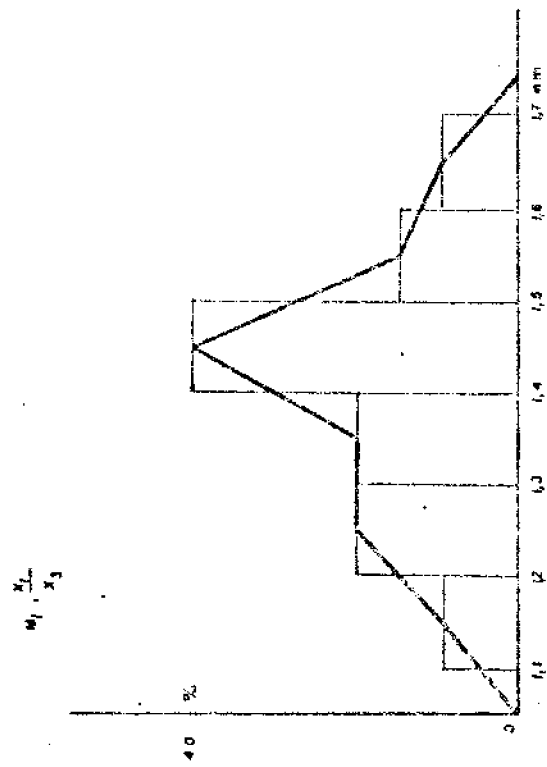


Fig. EP-16 (H.O.-245)

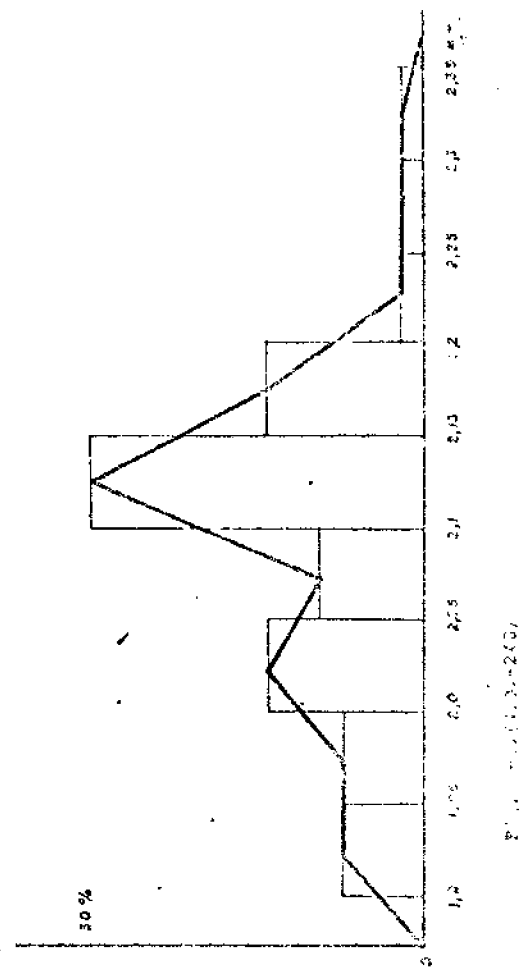


Fig. EP-17 (H.O.-246)

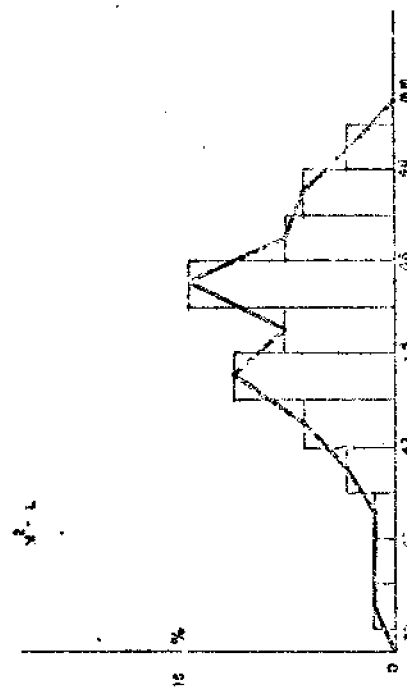


Fig. EP-16 (H.O.-245)

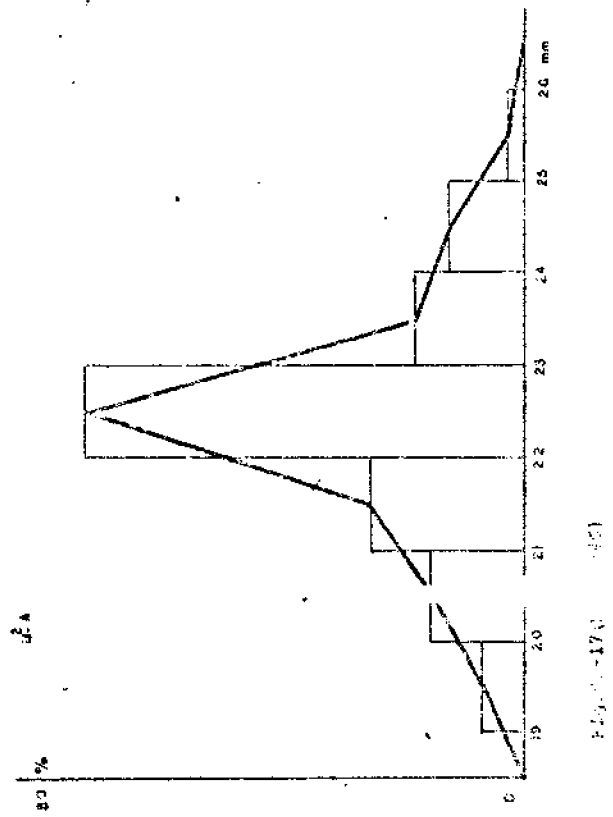
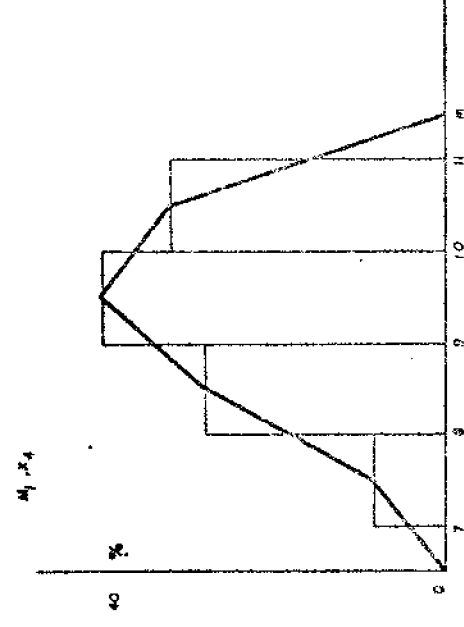
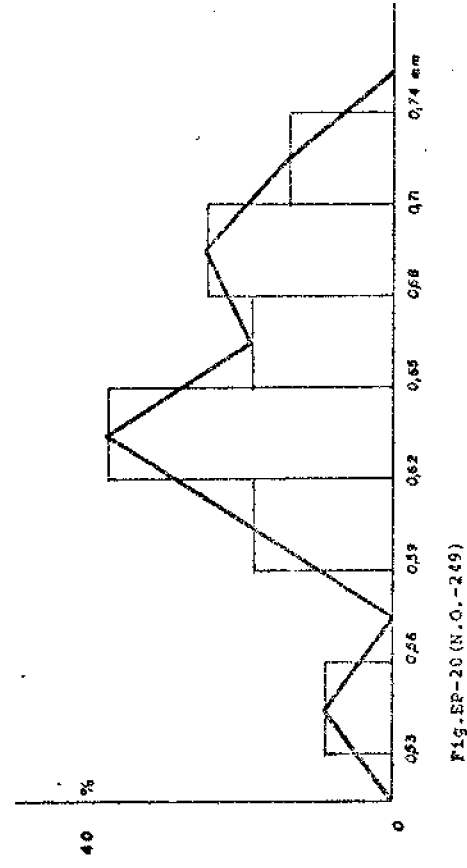
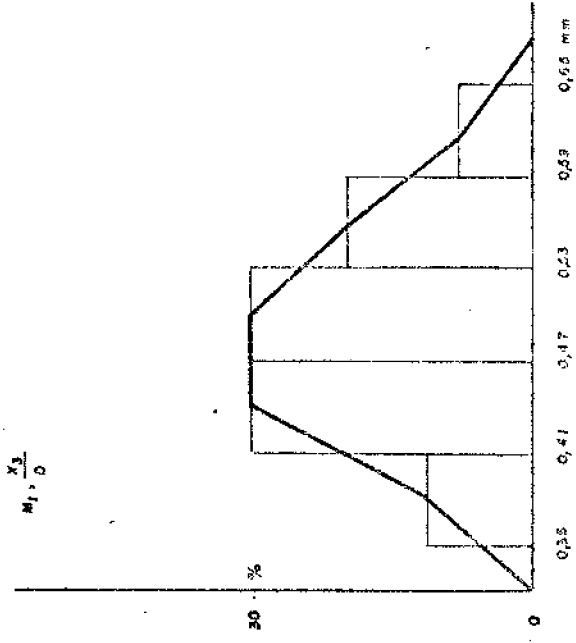


Fig. EP-17 (H.O.-246)

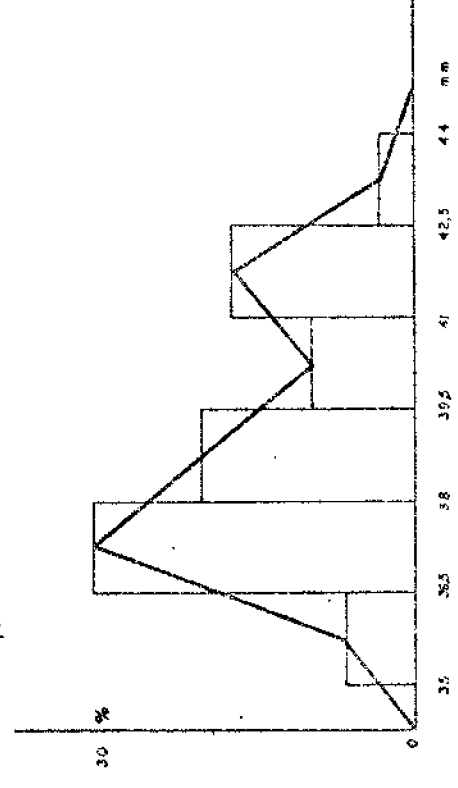
$$M_1, \frac{x_1}{0}$$



$$M_1, \frac{x_3}{0}$$



$$M_1, \frac{x_2}{0}$$



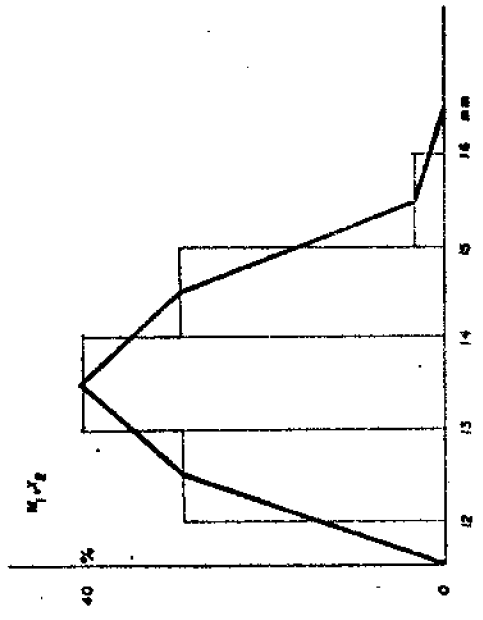


Fig. EP-24 (N.O.-253)

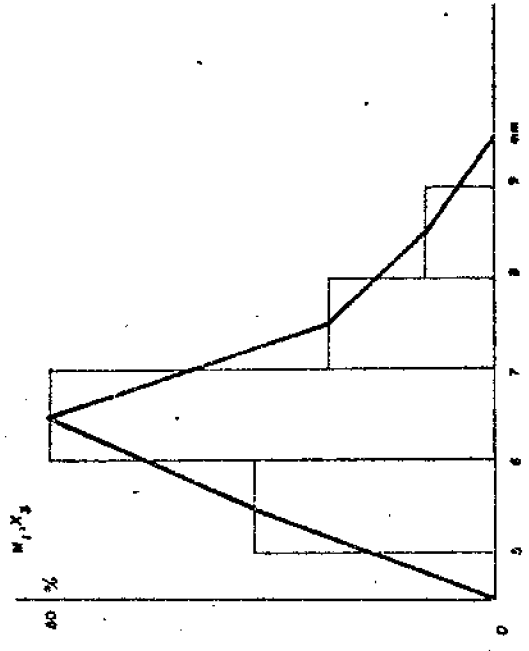


Fig. EP-25 (N.O.-254)

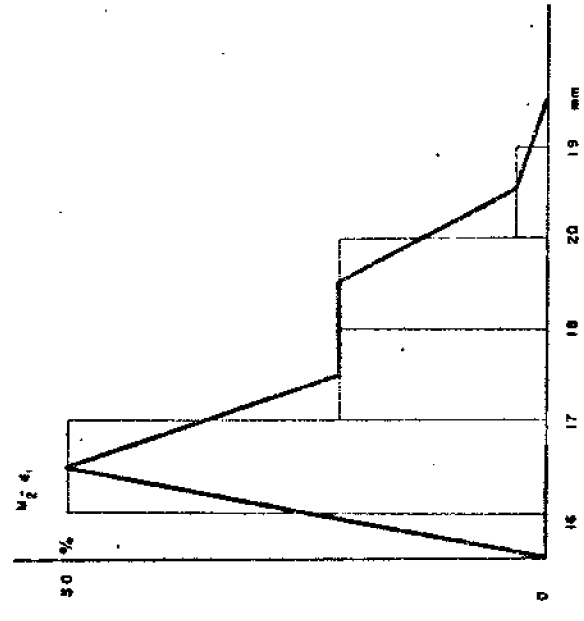


Fig. EP-26 (M.O.-255)

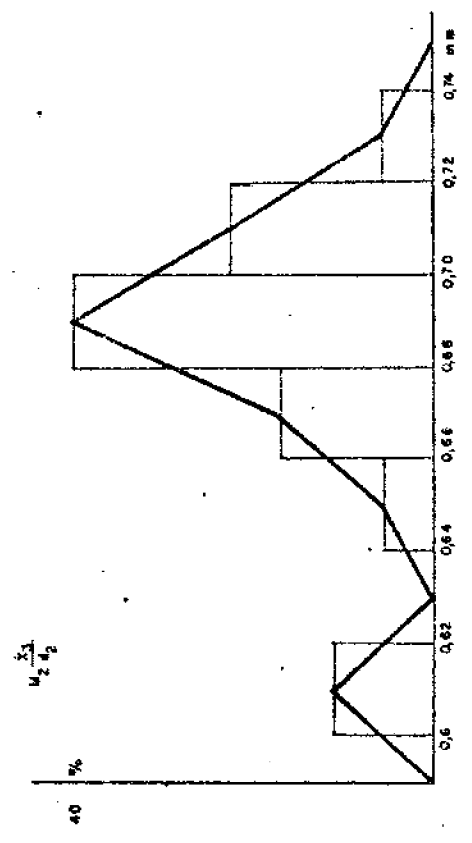
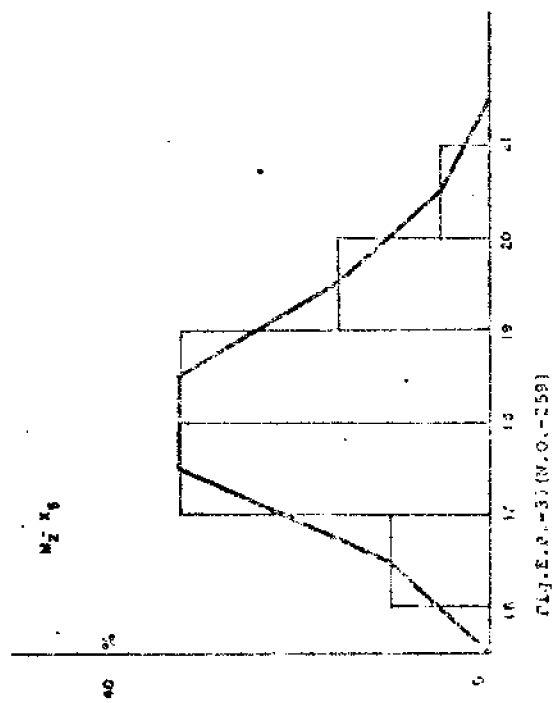


Fig. EP-27 (N.O.-256)



21

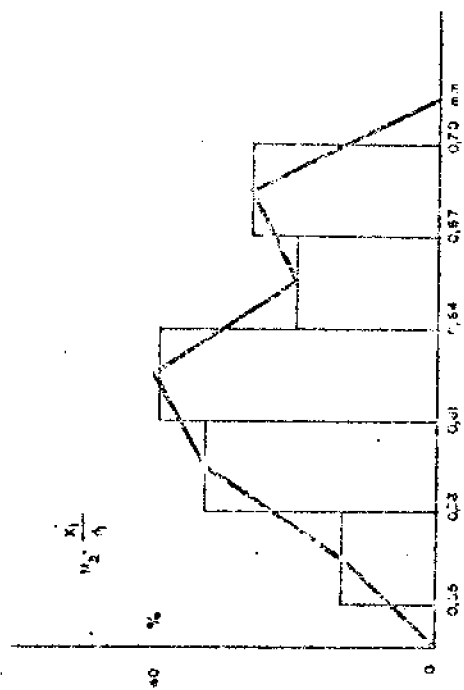
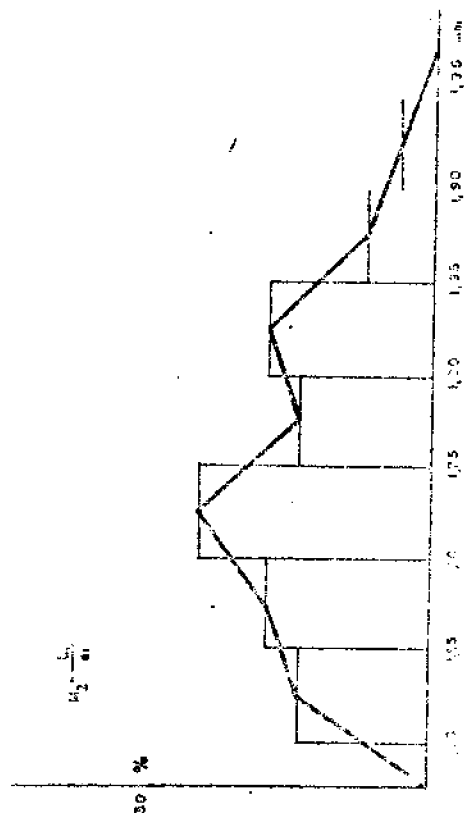
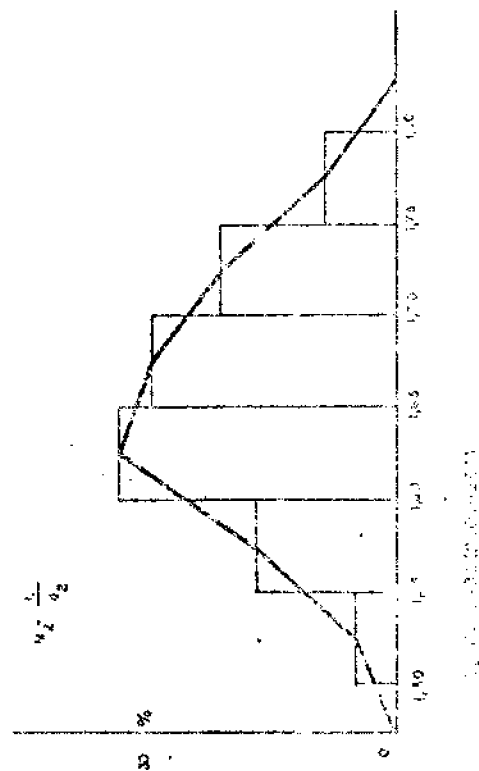
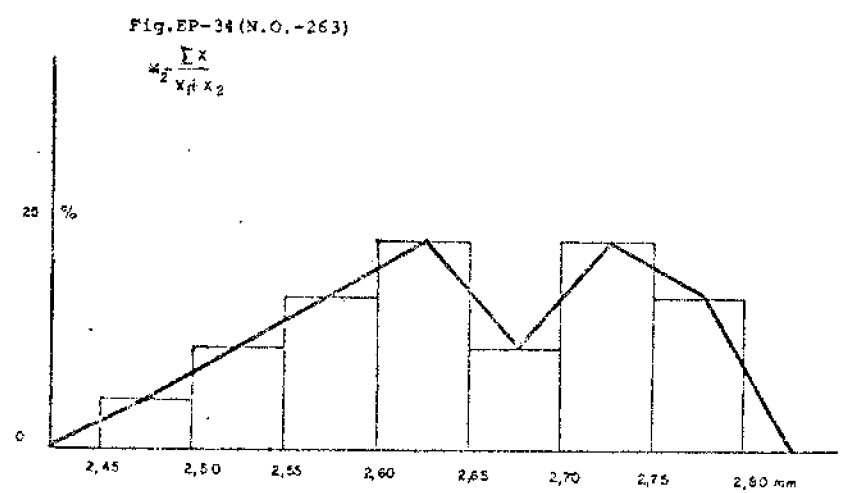
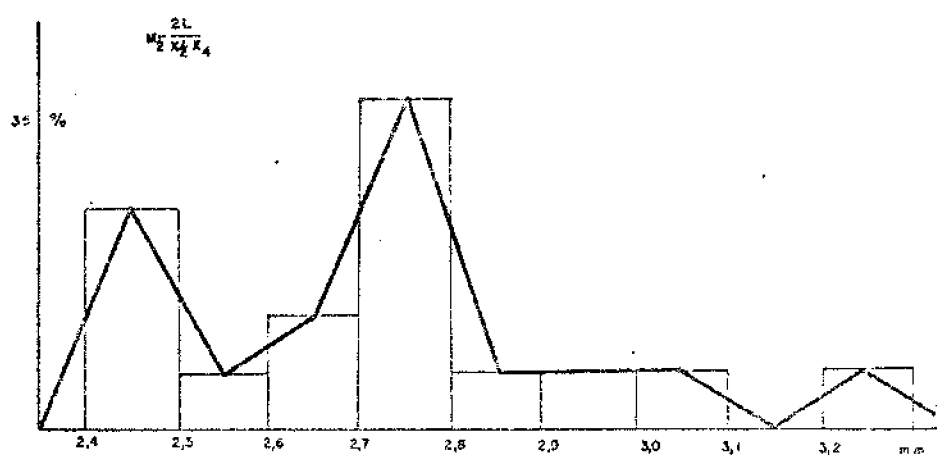
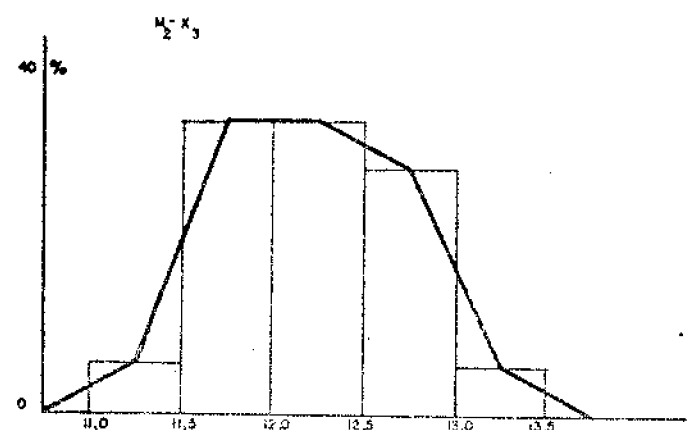
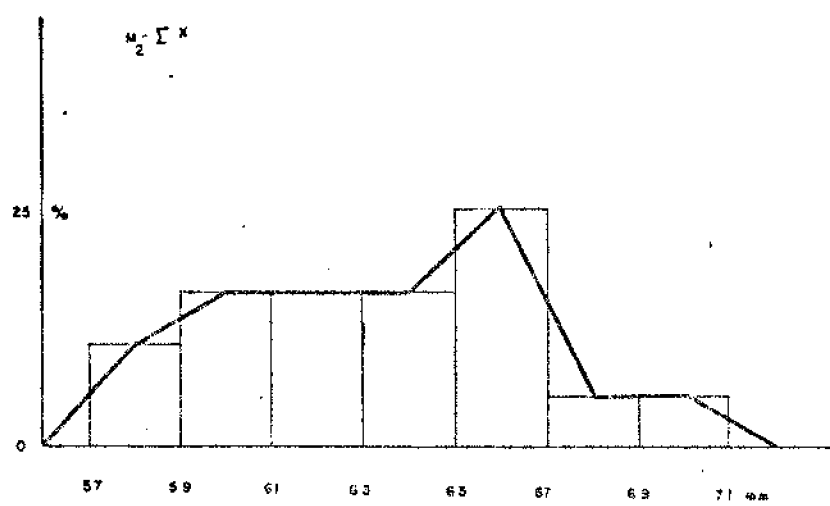
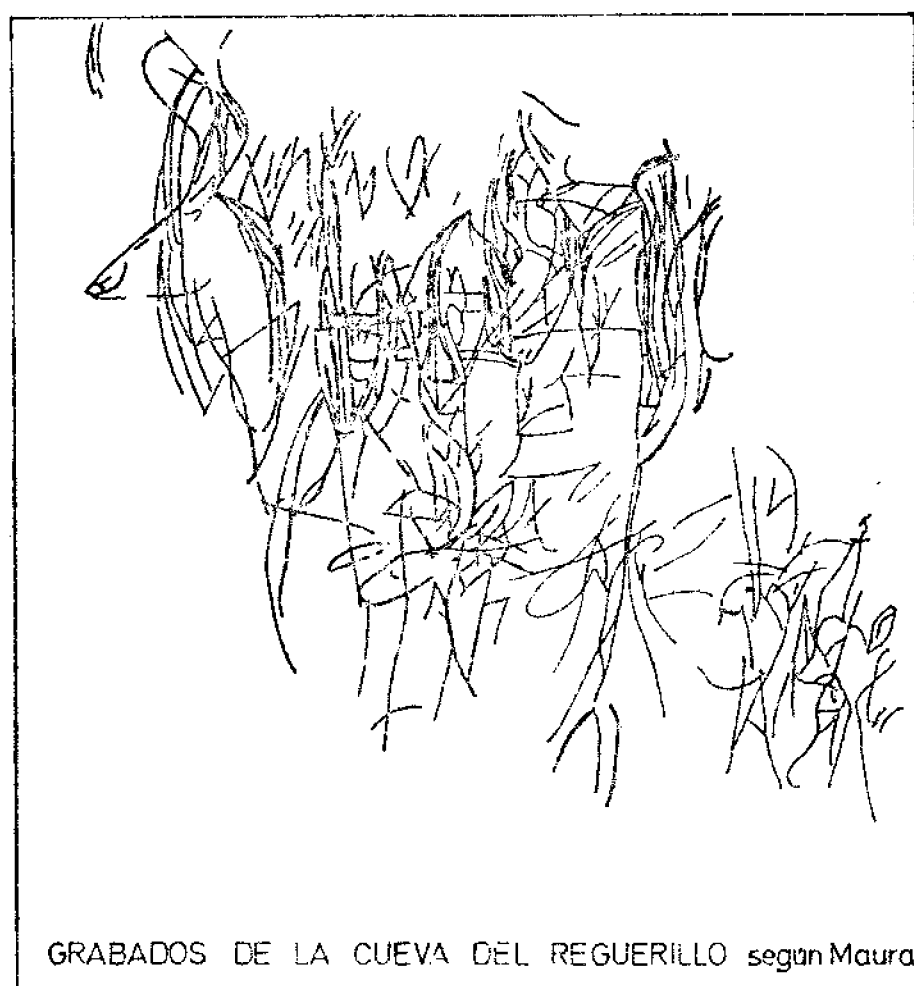


Fig. E.P.-28 (N.O.-257)







GRABADOS DE LA CUEVA DEL REGUERILLO según Maura

Fig. PD-83 (N.O.-267)

Fig.FP-9 (N.O.-265)



Fig.FP-10 (NO-266)

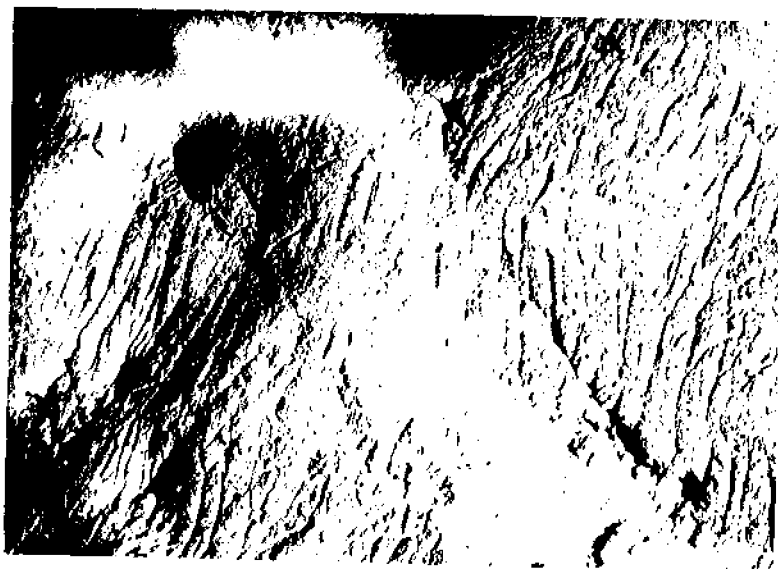


Fig.FP-11 (N.O.-268)



CARA SUPERIOR

MEDICIONES LONGITUDINALES

De la extremidad del tubérculo o apófisis occipital (inion) a la sutura coronal sobre la cresta sagital (bregma).
De la sutura coronal a la apófisis frontal del nasal (nasion).
Longitud de la sutura nasal: de la apófisis frontal del nasal (nasion) al centro de la escotadura nasal.
De la apófisis frontal del nasal al borde anterior de la sutura incisiva (punto al vealar).
Longitud total de la extremidad del tubérculo occipital al borde anterior de sutura incisiva.

51,5
25,4
97,0
120,2
276,2

Capra ibex

MEDICIONES TRANSVERSALES

Distancia entre las dos protuberancias posteriores de las crestas temporales.
Anchura del cráneo al nivel de la bóveda parietal sobre las suturas parieto-temporales.
Anchura del cráneo al nivel de las superficies temporales (ángulo sutura parieto-temporal) (pterion).
Anchura máxima de las arcadas zigomáticas, tomadas entre la cara externa de las arcadas zigomáticas hacia el centro de la sutura temporo-malar.
Distancia entre las apófisis zigomáticas de las arcadas zigomáticas de las arcadas superciliares.
Distancia entre los agujeros lacrimales.
Longitud de la sutura nasal tomada desde el centro de la escotadura nasal a bordo anterior de la sutura incisiva.
Anchura de la abertura nasal tomada en el centro del borde anterior de los intermaxilares.

35,3

CARA LATERAL

104,3

MEDICIONES VERTICALES

Distancia mínima de la extremidad occipital (inion) a la sutura lambdoidea.
Distancia de la extremidad del tubérculo occipital (inion) al centro del borde de la escotadura intercondilar (basion).
Distancia de la sutura coronal, sobre la cresta sagital (bregma), al centro del borde de la escotadura intercondilar.
Distancia de la sutura coronal, sobre la cresta sagital, a la espina posterior del palatino.
Distancia entre el centro del borde orbital del lacrimar y la apófisis orbital, de la arcada zigomática.
Diámetro vertical de la órbita: entre el centro de la arcada superciliar y el centro del borde orbital del hueso malar.
Distancia del ángulo frontal del nasal a la espina posterior del palatino.
Elevación: desde el centro de la escotadura nasal a la lámina palatina (al nivel de las extremidades aborales de las escotaduras palatinas).
Distancia del ángulo frontal del nasal al tubérculo de la nuca.

21,8
61,0
120,5
124,3
53,0
45,4
100,3
40,8
152,8

92,7

134,8

116,6

72,9

42,3

28,0

139,3

249,6

112,3

143,7

CARA INFERIOR

MEDICIONES LONGITUDINALES

Longitud: del centro del borde de la escotadura intercondilar (basion) a la espina posterior del palatino (extremidad aboral de la sutura palatina).
Longitud de la espina posterior al borde anterior de la sutura incisiva.
Longitud total del centro del borde de la escotadura intercondilar al borde anterior de la sutura incisiva.
Longitud del centro de la escotadura intercondilar a la apófisis pterigoides del maxilar superior.
Longitud de la apófisis pterigoides del maxilar superior al borde anterior de la sutura incisiva.

67,0

100,0

79,0

26,6

14,0

25,2

MEDICIONES TRANSVERSALES

Anchura máxima de las apófisis condiloides del occipital.
Distancia entre las extremidades de las apófisis pterigoides de la articulación temporo-maxilar.
Anchura tomada sobre las crestas alveolares, entre el último premolar y el primer molar.
Distancia entre los agujeros palatinos.
Anchura máxima de las dos escotaduras palatinas, tomada en el centro de los bordes externos.
Longitud de las escotaduras palatinas.

CARA POSTERIOR

MEDICIÓN VERTICAL

Altura del agujero occipital: entre el centro del borde del tubérculo de la nuca y el centro del borde de la escotadura intercondilar.

19,4 19,6

MEDICIONES TRANSVERSALES

Anchura máxima del agujero occipital: en la intersección de los bordes del agujero occipital y del centro de los condilos.
Distancia entre las protuberancias posteriores de las crestas temporales.

25,2 25,7
84,2

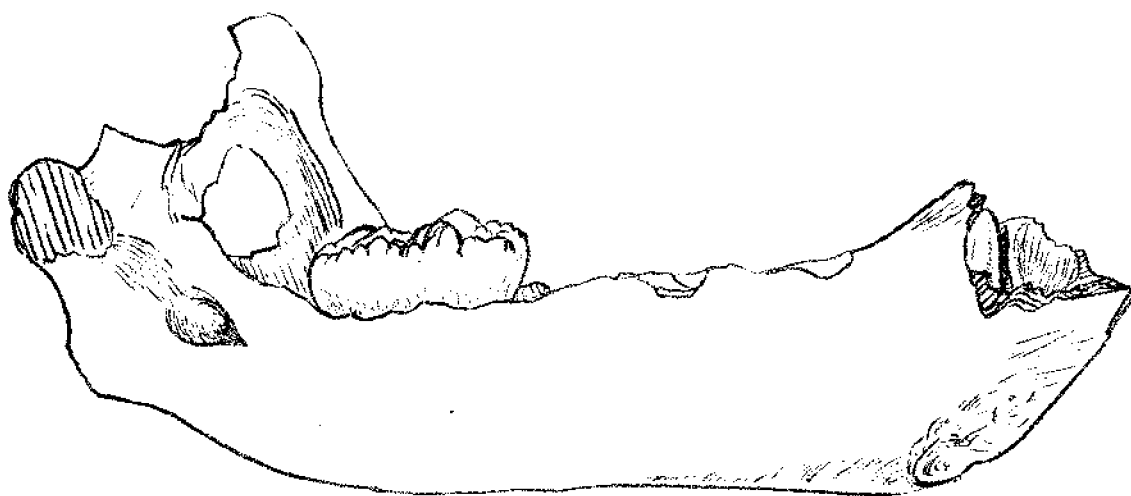


Fig. PD-52 (N.O.-226)

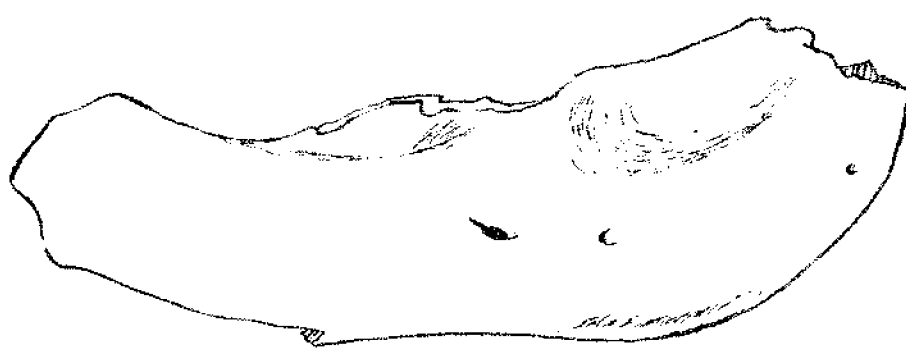


Fig. PD-53 (N.O.-227)

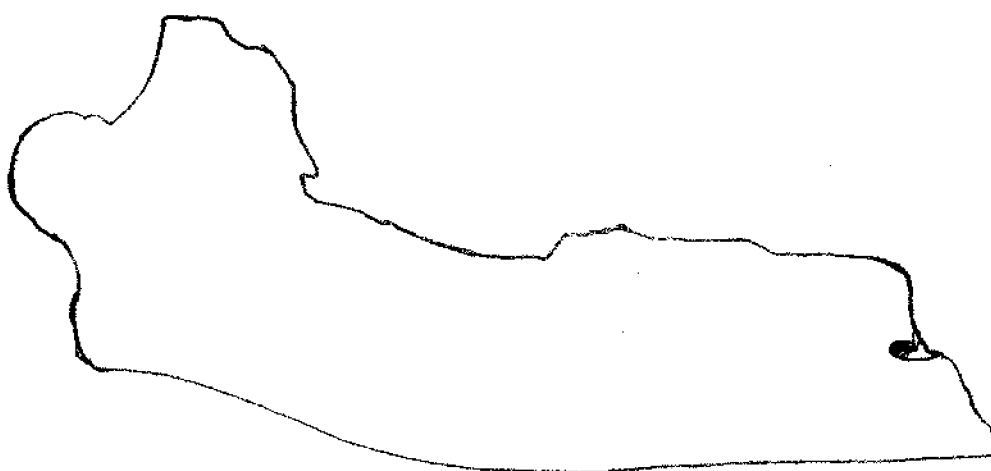


Fig. Fig. PD-54 (N.O.-228)



Fig. PD-55 (N.O.-229)

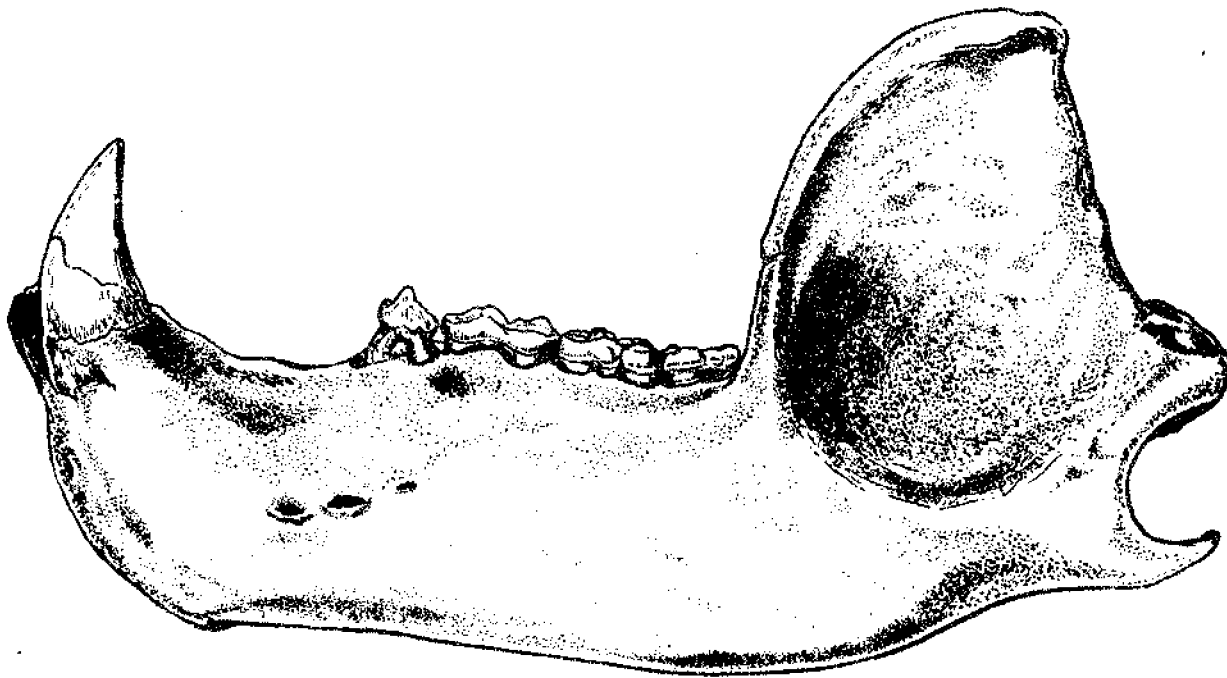


Fig.PD_56(N.O.-230) x2

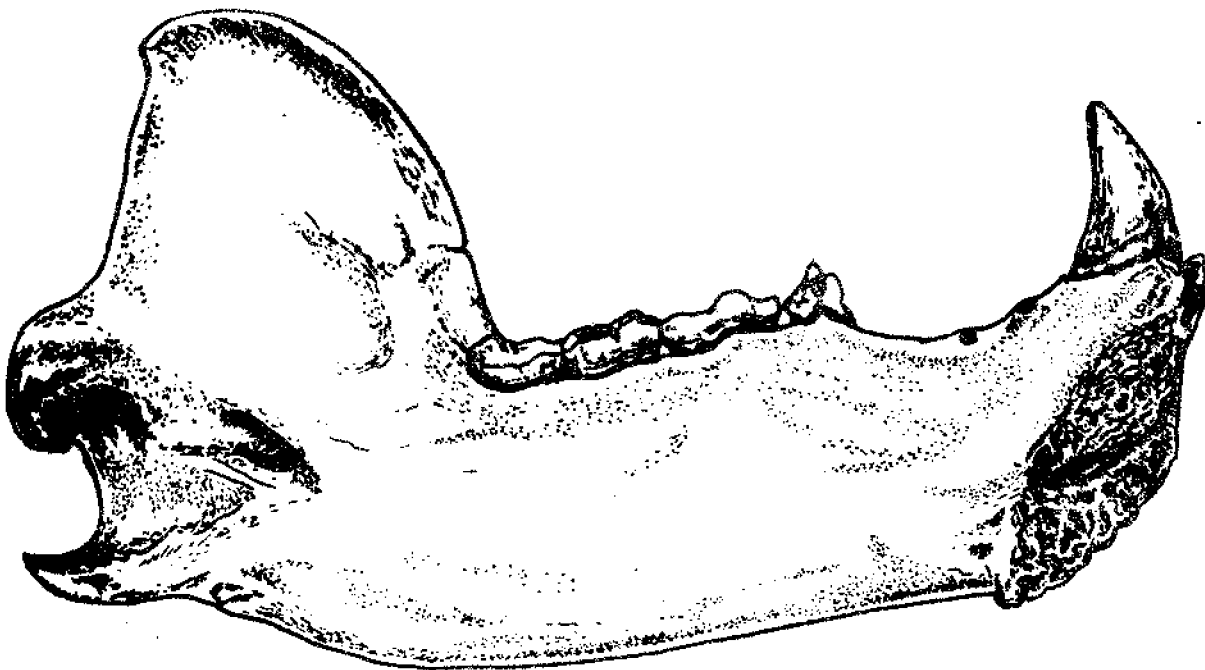


Fig.PD-57(N.O.-231) x2

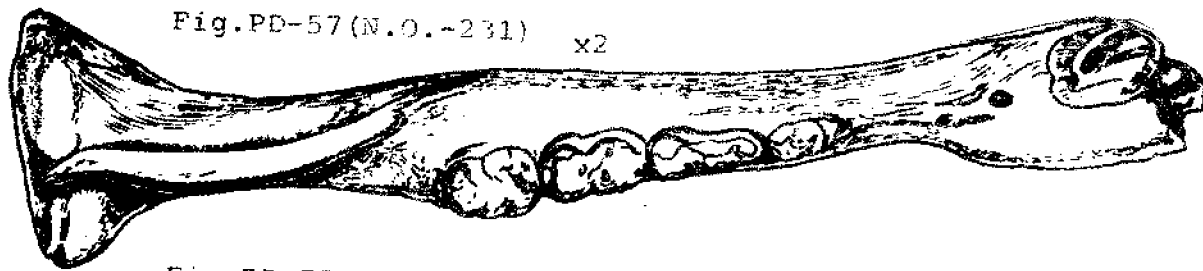
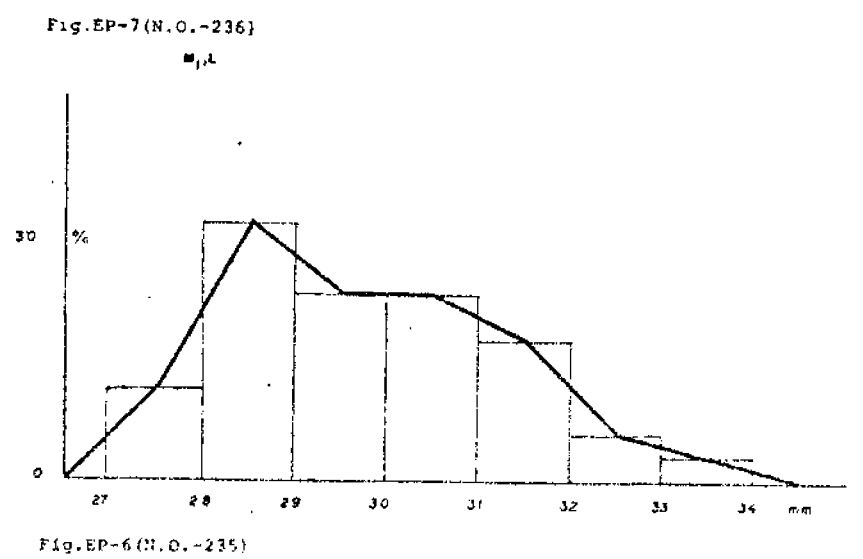
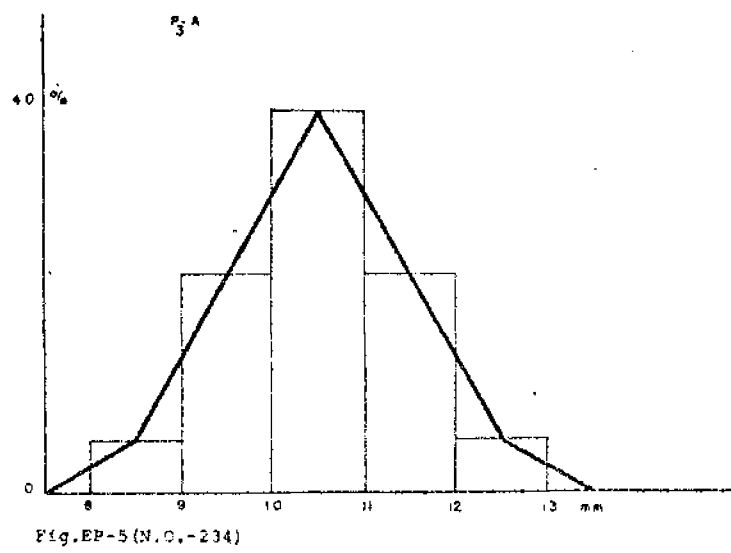
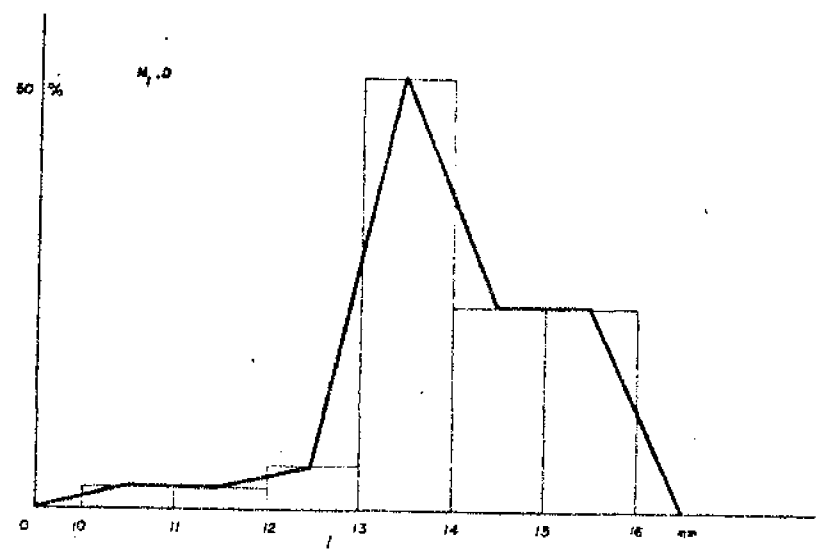
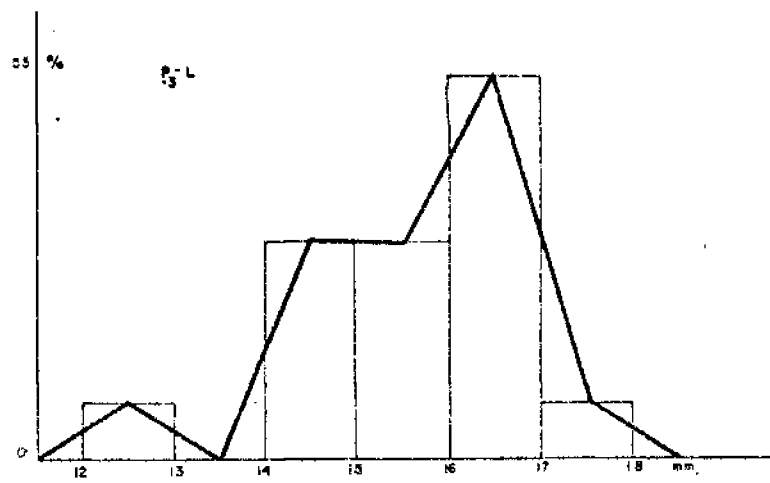


Fig.PD-58(N.O.-234) x2



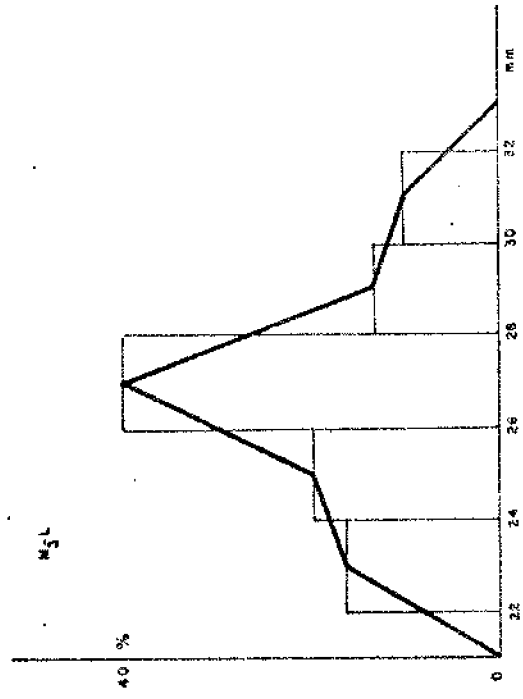


Fig. EP-1 (N.O.-239)

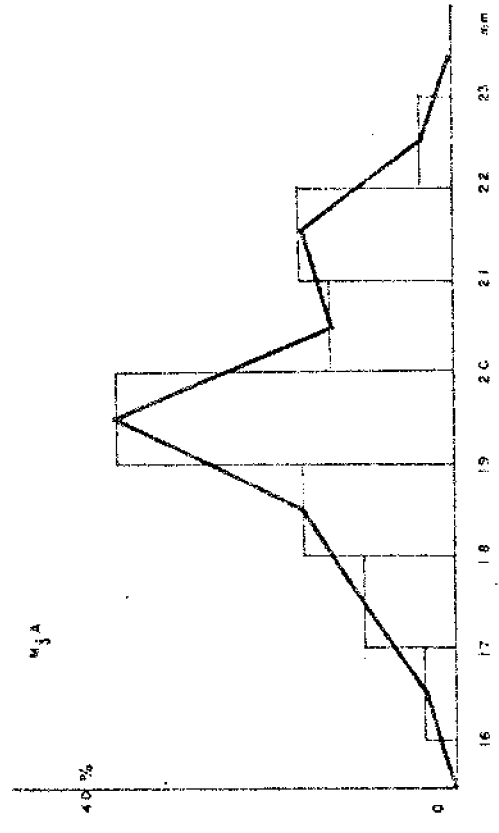


Fig. EP-10 (N.O.-240)

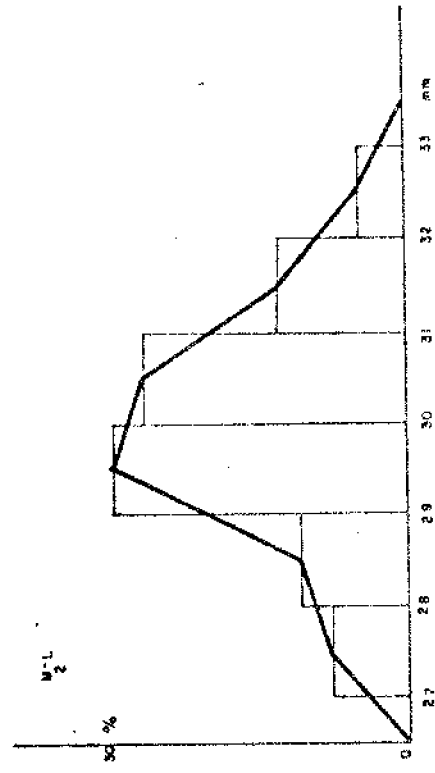


Fig. EP-8 (N.O.-237)

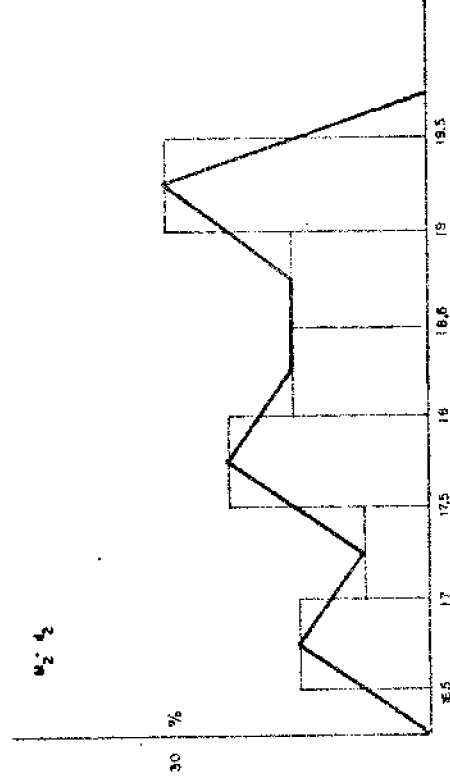


Fig. EP-9 (N.O.-236)

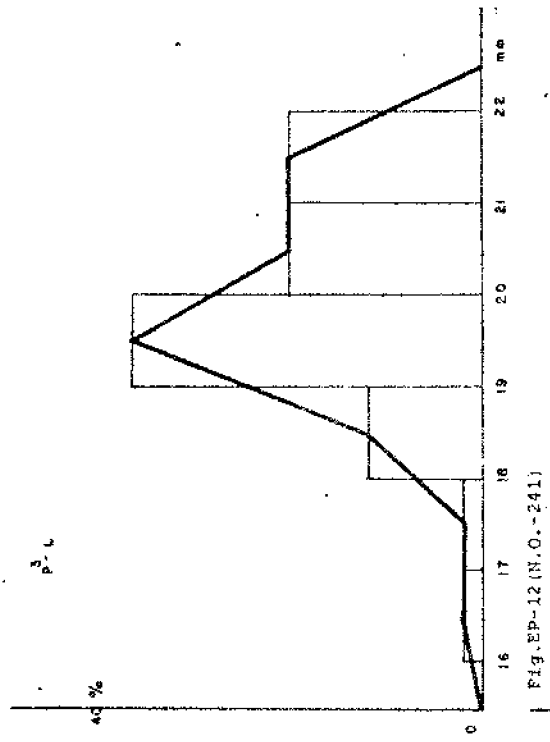


Fig. EP-12 (N.O.-241)

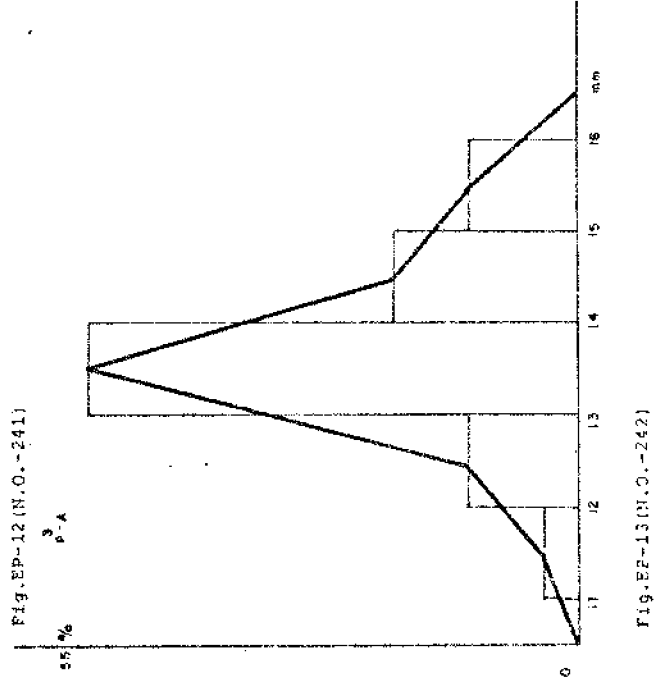


Fig. EP-13 (N.O.-242)

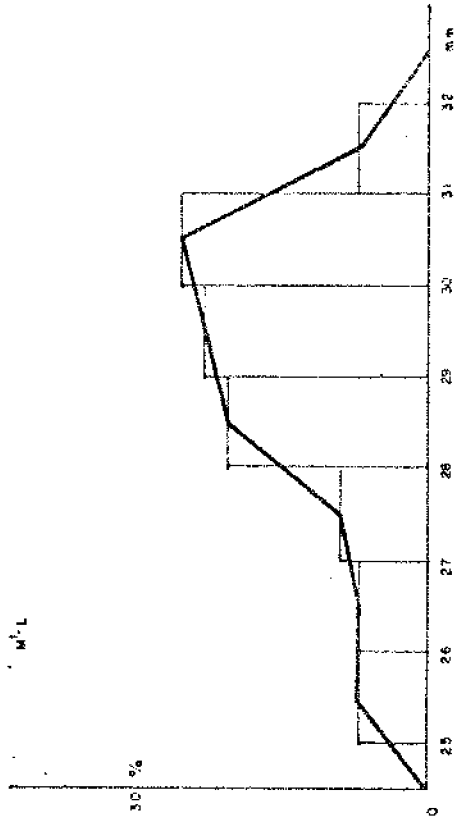


Fig. EP-14 (N.O.-243)

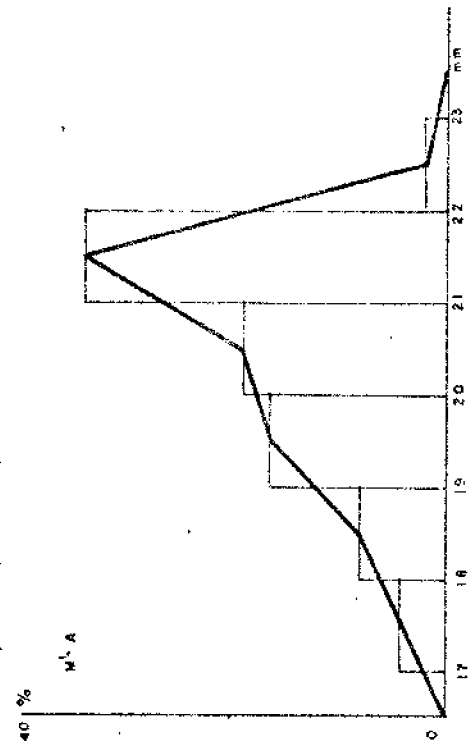


Fig. EP-15 (N.O.-244)

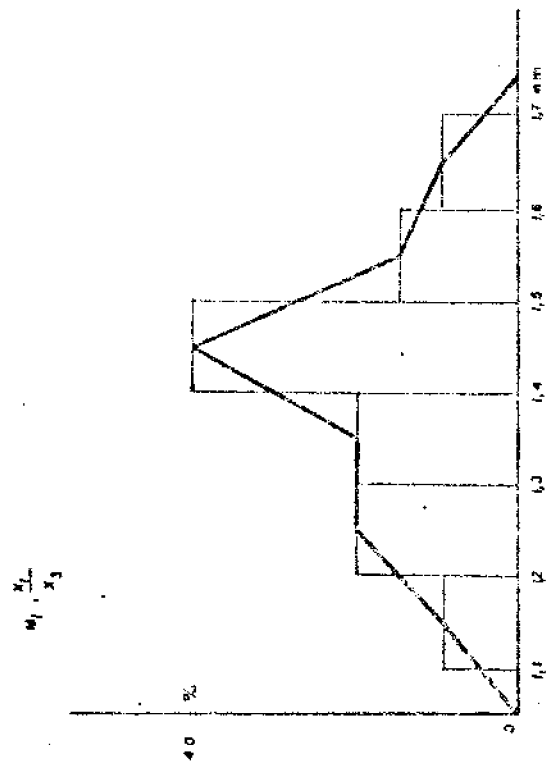


Fig. EP-12 (N.O.-247)

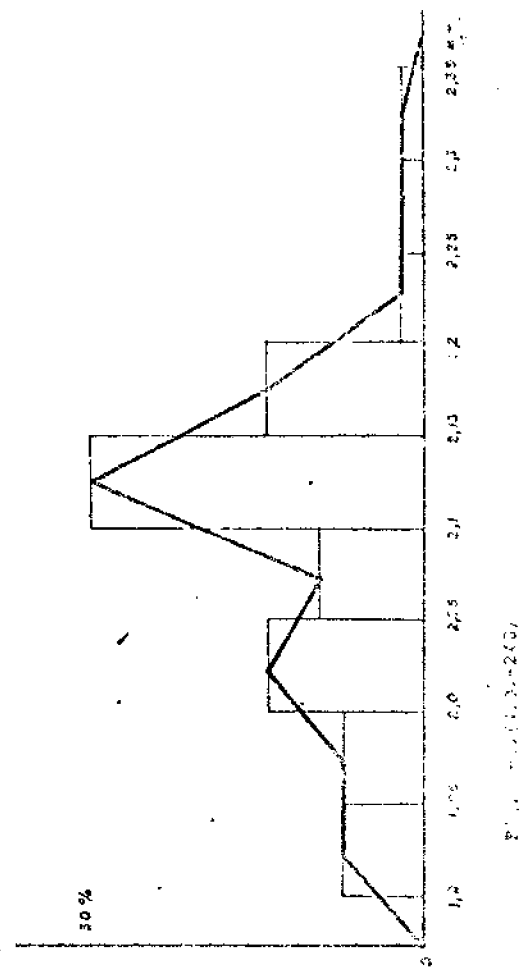


Fig. EP-13 (N.O.-247)

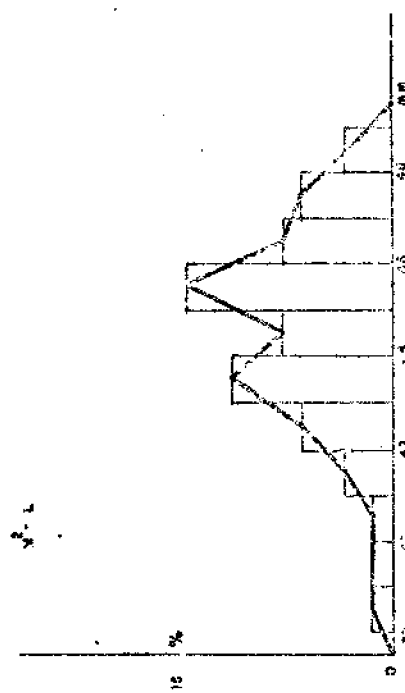


Fig. EP-16 (N.O.-247)

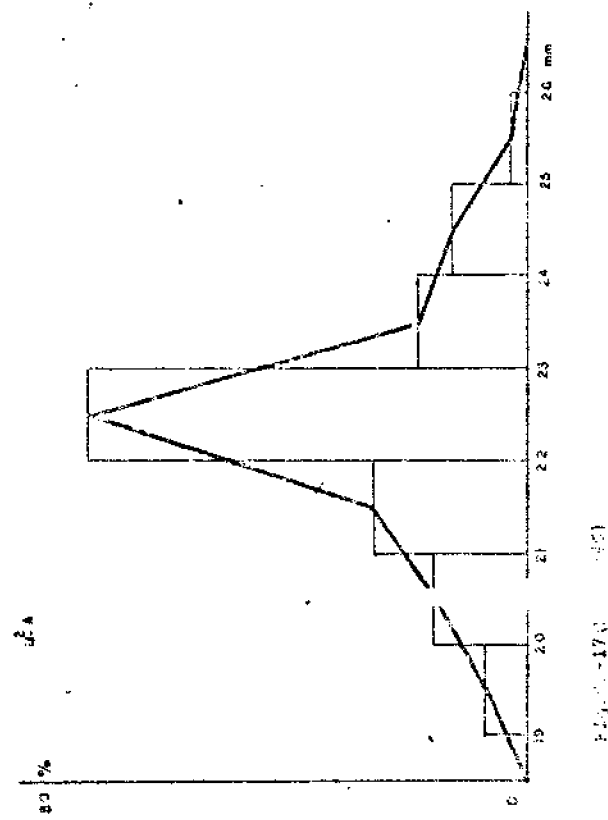
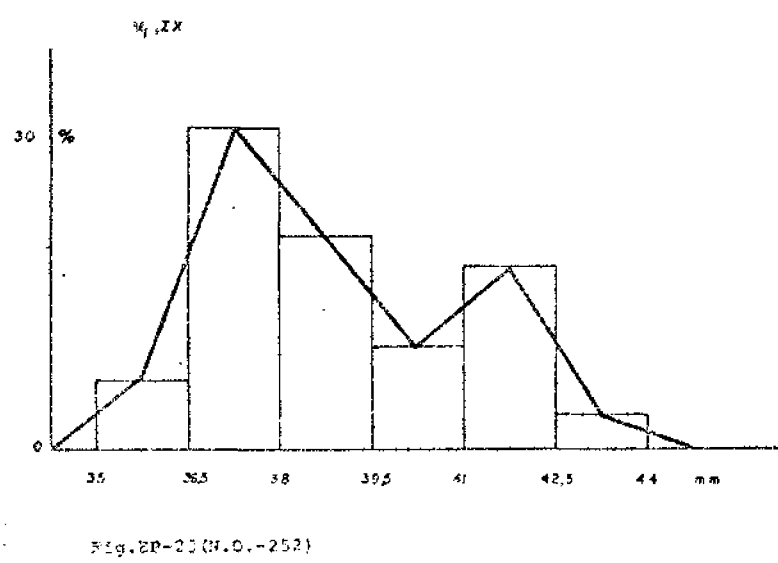
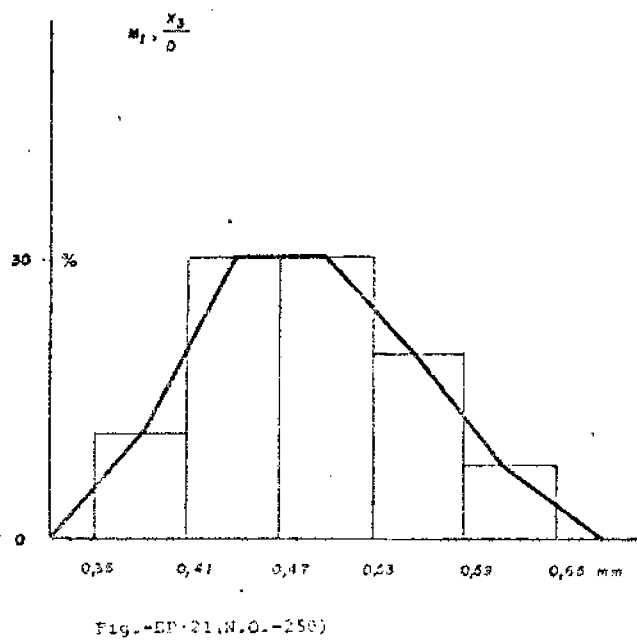
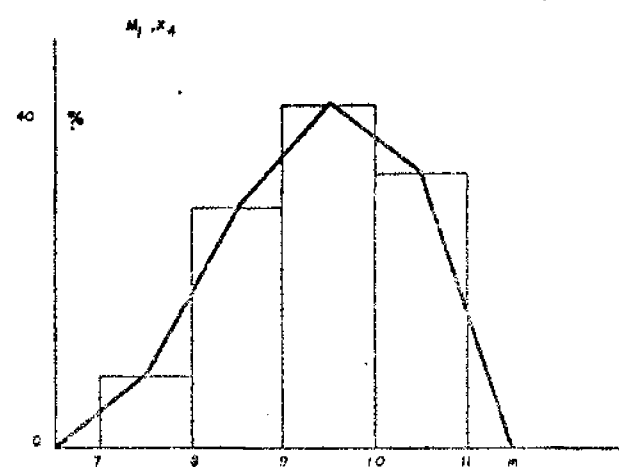
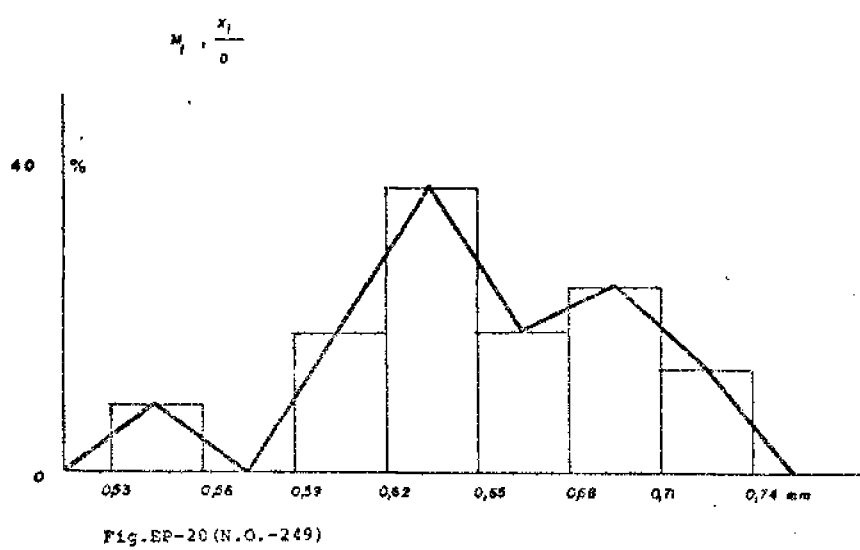


Fig. EP-17 (N.O.-247)



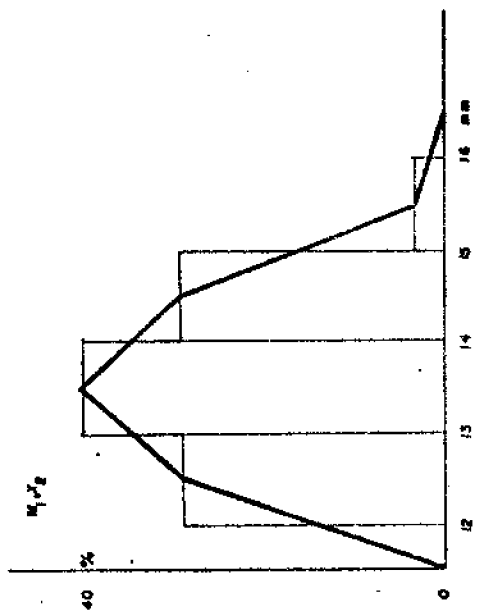


Fig. EP-24 (N.O.-253)

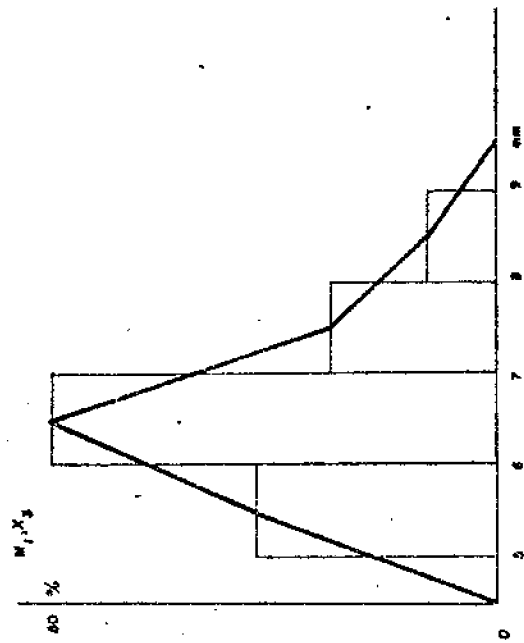


Fig. EP-25 (N.O.-254)

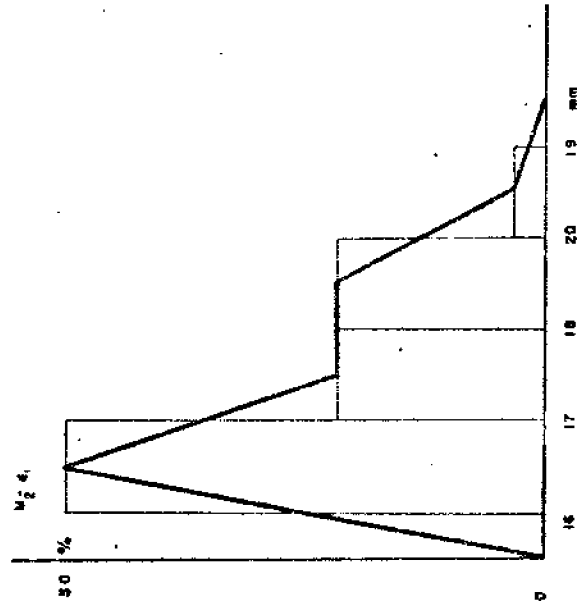


Fig. EP-26 (M.O.-255)

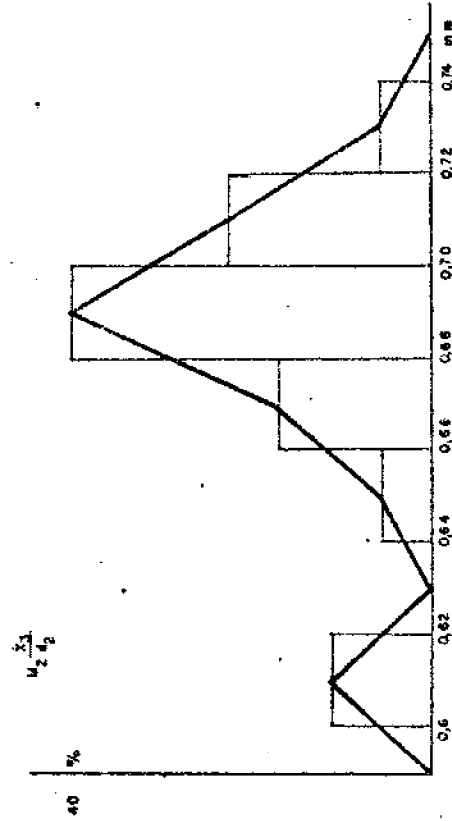
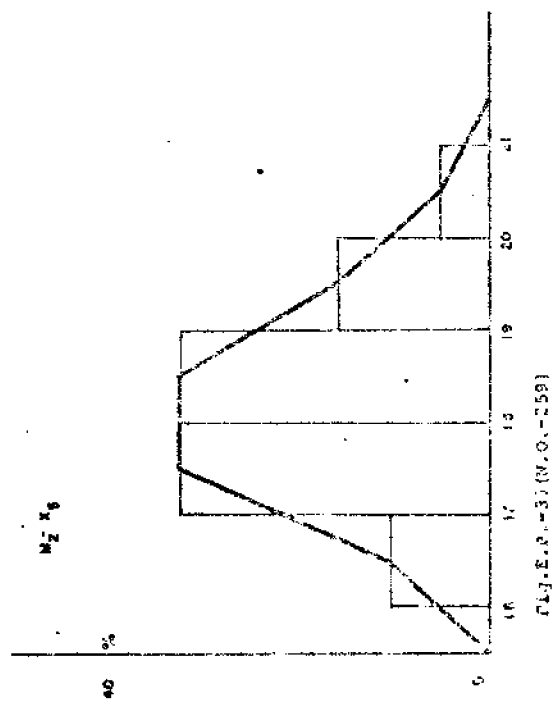


Fig. EP-27 (N.O.-256)



21

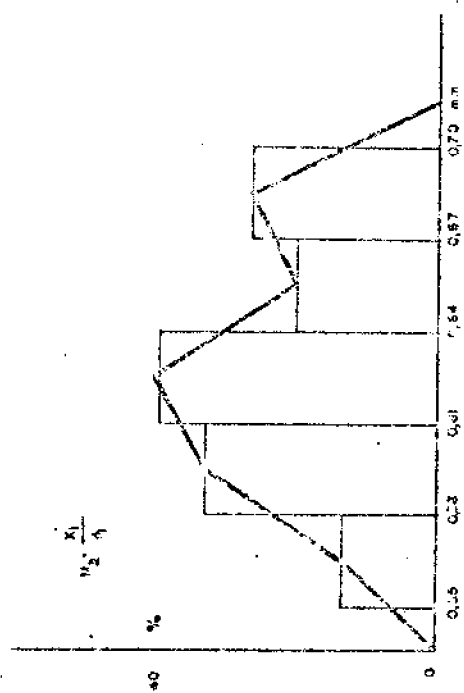
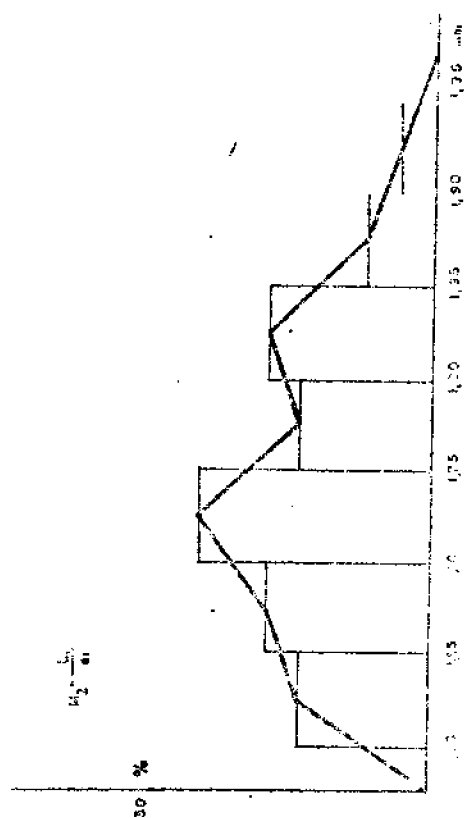
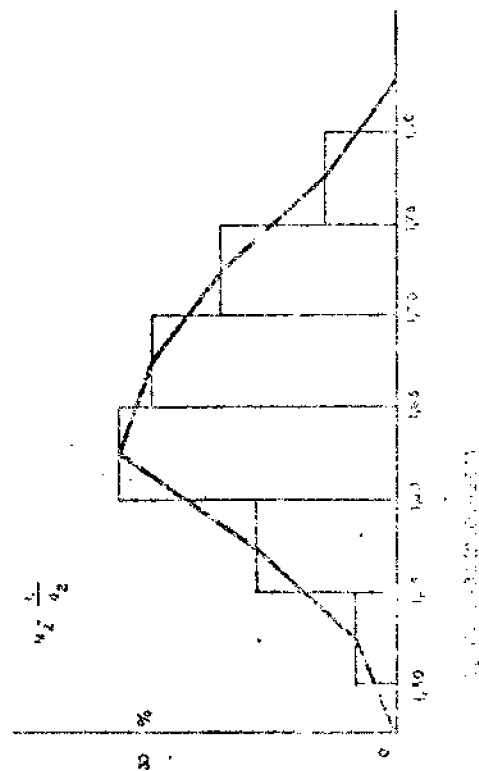
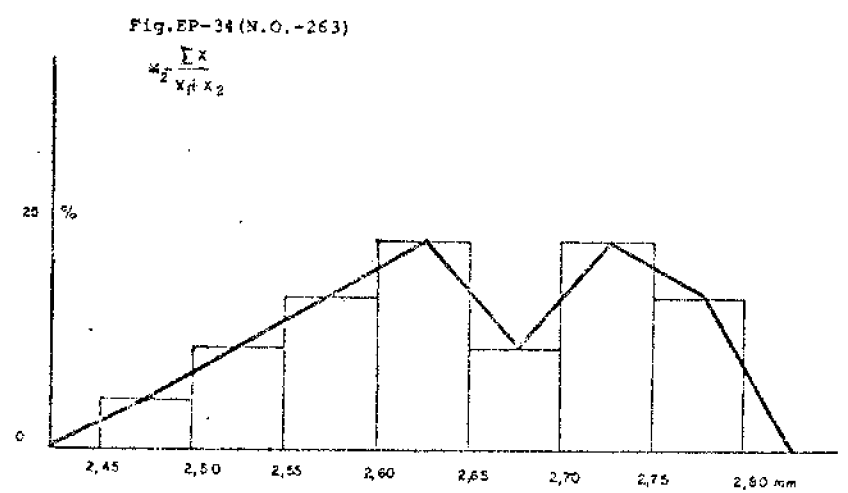
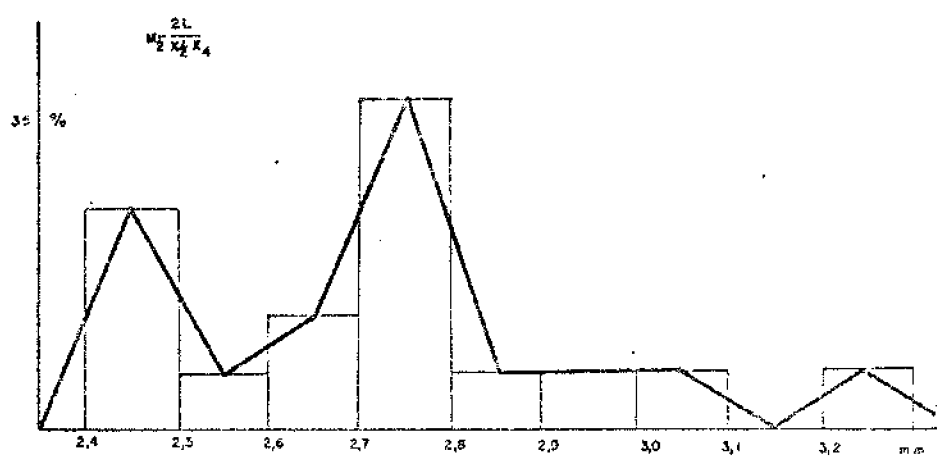
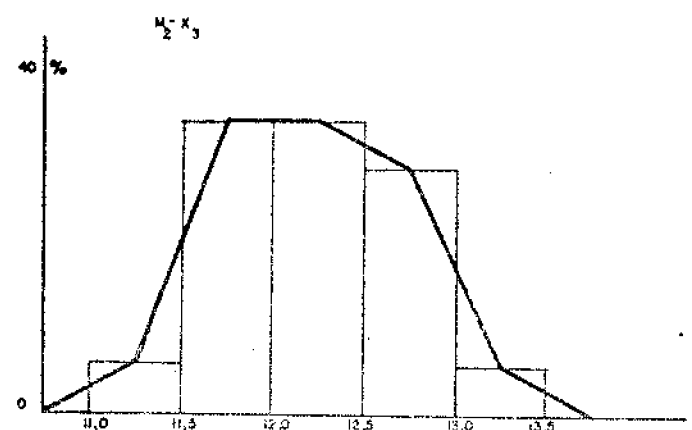
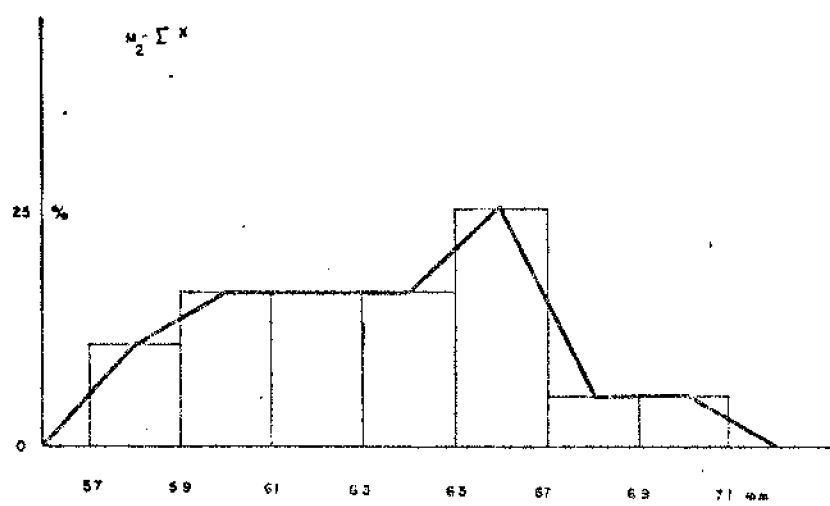
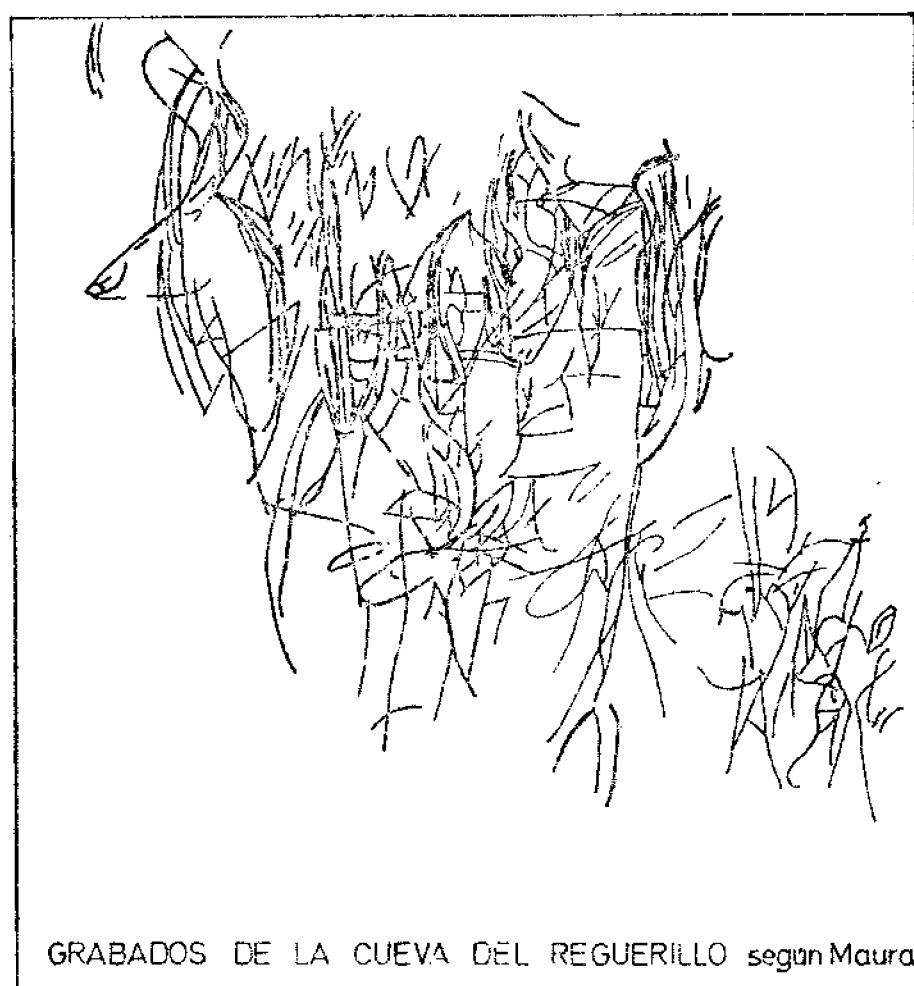


Fig. E.P.-28 (N.O.-257)







GRABADOS DE LA CUEVA DEL REGUERILLO según Maura

Fig. PD-83 (N.O.-267)

Fig.FP-9 (N.O.-265)



Fig.FP-10 (NO-266)

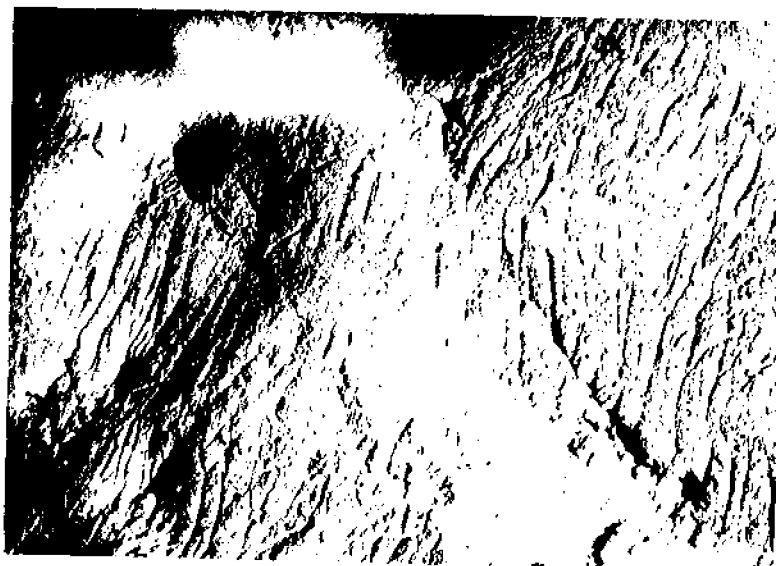


Fig.FP-11 (N.O.-268)



CARA SUPERIOR

MEDICIONES LONGITUDINALES

De la extremidad del tubérculo o apófisis occipital (inion) a la sutura coronal sobre la cresta sagital (bregma).
De la sutura coronal a la apófisis frontal del nasal (nasion).
Longitud de la sutura nasal: de la apófisis frontal del nasal (nasion) al centro de la escotadura nasal.
De la apófisis frontal del nasal al borde anterior de la sutura incisiva (punto al veolar).
Longitud total de la extremidad del tubérculo occipital al borde anterior de sutura incisiva.

51,5
25,4
97,0
120,2
276,2

Capra ibex

MEDICIONES TRANSVERSALES

Distancia entre las dos protuberancias posteriores de las crestas temporales.
Anchura del cráneo al nivel de la bóveda parietal sobre las suturas parieto-temporales.
Anchura del cráneo al nivel de las superficies temporales (ángulo sutura parieto-occipital-temporal) (pterion).
Anchura máxima de las arcadas zigomáticas, tomadas entre la cara externa de las arcadas zigomáticas hacia el centro de la sutura temporo-malar.
Distancia entre las apófisis zigomáticas de las arcadas zigomáticas de las arcadas superciliares.
Distancia entre los agujeros lacrimales.
Longitud de la sutura nasal tomada desde el centro de la escotadura nasal a bordo anterior de la sutura incisiva.
Anchura de la abertura nasal tomada en el centro del borde anterior de los intermaxilares.

35,3
104,3
92,7
134,8
116,6
72,9
42,3
28,0

CARA LATERAL

MEDICIONES VERTICALES

Distancia mínima de la extremidad occipital (inion) a la sutura lambdoidea.
Distancia de la extremidad del tubérculo occipital (inion) al centro del borde de la escotadura intercondilar (basion).
Distancia de la sutura coronal, sobre la cresta sagital (bregma), al centro del borde de la escotadura intercondilar.
Distancia de la sutura coronal, sobre la cresta sagital, a la espina posterior del palatino.
Distancia entre el centro del borde orbital del lacrimar y la apófisis orbital, de la arcada zigomática.
Diámetro vertical de la órbita: entre el centro de la arcada superciliar y el centro del borde orbital del hueso maxilar.
Distancia del ángulo frontal del nasal a la espina posterior del palatino.
Elevación: desde el centro de la escotadura nasal a la lámina palatina (al nivel de las extremidades aborales de las escotaduras palatinas).
Distancia del ángulo frontal del nasal al tubérculo de la nuca.

21,8
61,0
120,5
124,3
53,0
45,4
100,3
40,8
152,8

CARA INFERIOR

MEDICIONES LONGITUDINALES

Longitud: del centro del borde de la escotadura intercondilar (basion) a la espina posterior del palatino (extremidad aboral de la sutura palatina).
Longitud de la espina posterior al borde anterior de la sutura incisiva.
Longitud total del centro del borde de la escotadura intercondilar al borde anterior de la sutura incisiva.
Longitud del centro de la escotadura intercondilar a la apófisis pterigoides del maxilar superior.
Longitud de la apófisis pterigoides del maxilar superior al borde anterior de la sutura incisiva.

139,3
249,6
112,3
143,7

MEDICIONES TRANSVERSALES

Anchura máxima de las apófisis condiloides del occipital.
Distancia entre las extremidades de las apófisis pterigoides de la articulación temporo-maxilar.
Anchura tomada sobre las crestas alveolares, entre el último premolar y el primer molar.
Distancia entre los agujeros palatinos.
Anchura máxima de las dos escotaduras palatinas, tomada en el centro de los bordes externos.
Longitud de las escotaduras palatinas.

67,0
100,0
79,0
26,6
14,0
25,2

CARA POSTERIOR

MEDICIÓN VERTICAL

Altura del agujero occipital: entre el centro del borde del tubérculo de la nuca y el centro del borde de la escotadura intercondilar.

19,4 19,6

MEDICIONES TRANSVERSALES

Anchura máxima del agujero occipital: en la intersección de los bordes del agujero occipital y del centro de los condilos.
Distancia entre las protuberancias posteriores de las crestas temporales.

25,2 25,7
84,2

Max. inferior

	S	R	R	R	R	R
	12	13	14	15	16	17
(1) D. entre los centros en las superf. condilares.	-	-	70,0	-	-	70,0
(2) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel del M1.	14,1	15,2	14,1	14,2	-	14,1
(3) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel de la parte post. de la sínfisis.	-	10,0	9,6	8,6	-	9,6
(4) Dimensiones del cuerpo mandibular entre la sínfisis y el centro del borde ext. del ángulo del mentón.	-	11,6	11,6	10,4	-	-
(5) Long. mandíbula, gonión bor. anterior de sínfisis.	-	235,5	195,2	177	-	195,2
(6) Long. centro post. del condilo a borde ant. sínfisis.	-	212,4	211,2	184,5	-	211,2
(7) Dist. borde ant. sínfisis mandíbula a ángulo post. apófisis coronoideas.	-	69,4	83,6	-	-	83,6
(8) Vertical rama ascendente mandibular.	-	115,6	107,6	-	-	107,6
(9) Alt. rama horizontal a nivel de M1.	-	26,7	26,0	25,6	23,7	26,0
(10) Alt. rama horizontal en la parte post. de la sínfisis.	-	18,2	17,4	16,8	-	17,4

Capra ibex

	t
	122
(1) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel del M1	20,3
(2) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel de la parte post. de la sínfisis.	20,7
(3) Long. del cóndilo	30,3
(4) Rama ascendente mandibular	58,6
(5) Rama horizontal al nivel de M2	32,0
(6) Rama horizontal a sínfisis.	33,1

Molares inferiores M₂

	Longitud	Anchura
R-12	7,0	6,8
R-13	7,5	6,6
R-14	8,2	5,4
R-15	8,0	5,5
R-16	8,0	6,2
R-17	8,2	5,4
t-2219	10,7	7,2
t-2239	10,6	7,3
t-2257	9,6	6,3
t-2284	10,1	6,7

Molares inferiores M₁

	Longitud	Anchura
R-12	13,8	
R-13	12,0	
R-14	11,4	8,4
R-15	12,5	8,0
R-16	12,0	7,7
R-17	11,4	8,4
t-2208	14	8,3
t-2249	14	8,8
t-2313	14	8,5

Molares superiores M₂

	Longitud	Anchura
R-1	10,0	10,0
R-51	8,7	8,0

	R	R	R	R	R	R	R
	34	35	36	37	38	39	40
(1) Long. absoluta de la escápula.	23	23	23	17,5	17,5	10	10
(2) Long. del borde adherente de la espina.	17,5	17,5	16,5	14,5	14,5	8	8
(3) Long. de la espina.	18,5	18,5	20	15	15	8,5	8,5
(4) Anch. del omóplato.	13,7	13,7	14,3	11,3	11,3	6,5	6,4
(5) Anch. máxima de la fosa subescapular.	2,9	2,9	-	2,2	2,2	1,8	1,8
(6) Anch. del cuello.	3,1	3,1	3,1	2,2	3,2	1,5	1,5
(7) D. ant. post. de la cavidad glenoidal.	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,10	2,10
(8) D. ant. post. máximo de la epifisis articular de la escápula.	4,5	4,5	4,5	3,7	2,7	2,58	2,58
(9) D. tran. de la cavidad glenoidal.	3,26	3,25	3,34	2,50	2,5	1,90	1,90
(10) Anch. de la sup. acromioclavicular.	0,45	0,45	-	0,35	0,35	0,30	0,30
(11) Alt. del borde montante del acromión.	2,8	2,8	2,6	2,2	2,2	1,5	1,5

C. ibex

Húmero	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
(1) Long. absoluta.	215,0	224,0	240,0	222,0	115,0	115,0	214,0	195,0	195,0	-	-
(2) D. ant. post. de la cabeza.	37,3	41,7	56,5	41,7	-	-	37,3	33,4	33,4	-	-
(3) D. ant. post. de la ext. inf.	64,5	65,0	60,0	65,0	-	-	64,5	53,0	53,0	-	-
(4) D. tran. de la cabeza	47,6	47,6	65,6	47,6	-	-	47,6	38,7	38,7	-	-
(5) D. tran. extremidad sup.	51,7	53,0	65,5	53,0	-	-	51,7	93,6	93,6	-	-
(6) D. tran. del cuerpo.	23,9	23,0	30,7	23,0	13,0	13,0	23,9	18,0	18,0	-	-
(7) D. tran. al nivel del tuberculo deltoide.	28,5	30,0	33,6	30,0	15,7	15,7	28,5	24,3	24,3	-	-
(8) D. tran. máx. ext. inf.	45,0	46,3	66,0	46,3	35,5	35,5	45,0	36,0	36,0	57,5	63,4
(9) D. tran. inf. troclea.	40,4	40,4	56,5	40,4	-	-	40,4	32,2	32,2	40,5	50,0
(10) D. tran. sup. troclea.	20,0	17,0	45,3	17,5	-	-	20,0	17,0	17,0	21,6	-
(11) D. vertical máx. de la troclea.	26,0	27,0	42,0	27,0	-	-	26,0	22,4	22,4	40,0	-
(12) D. tran. máx. de la sup. articular (cara anterior)	41,0	43,0	71,0	43,0	34,7	34,7	41,0	35,5	35,5	49,0	53,2
(13) Alt. del gran trocánter.	26,5	27,3	-	27,3	-	-	26,5	21,5	21,5	-	-
(14) Long. del gran trocánter.	50,0	50,4	50,4	50,4	-	-	50,0	38,7	38,7	-	-
(15) Anch. de la gotera bicipital.	13,0	17,0	17,0	17,0	-	-	13,0	12,0	12,0	-	-

Cúbito

	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	48	49	50	51	54	55	58	59	
(1) Long. absoluta.	250,0	250,0	245,0	245,0	-	-	-	-	-
(2) Alt. de la cavidad sigmoides mayor.	-	-	-	-	21,0	21,0	21,0	21,0	-
(3) D. mayor ant. post. del olécranon.	40,0	40,0	38,0	38,0	30,5	30,5	29,0	24,0	-
(4) D. menor ant. post. del olécranon.	25,6	25,6	24,5	24,5	18,4	18,4	15,0	15,0	-
(5) D. tran. de la cumbre del olécranon.	17,0	17,0	15,0	15,0	11,8	11,8	9,3	9,3	-
(6) D. ant. post. del cuerpo del cúbito.	12,7	12,7	12,7	12,7	11,5	11,5	7,0	7,0	-
(7) D. mínimo de la cavidad sigmoides mayor.	13,0	13,0	14,0	14,0	13,0	13,0	11,5	11,5	-
(8) Long. de la cresta ant. del olécranon.	50,5	50,5	45,6	45,6	34,7	34,7	16,0	16,0	-
(9) D. mayor de la gran cavidad sigmoides.	30,6	30,6	30,1	30,1	23,5	23,5	16,5	16,5	-
(10) D. ant. post. de la apófisis estiloides del cúbito.	11,7	11,7	11,7	11,7	-	-	-	-	-

Radio

	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	46	49	50	51	52	53	56	57	60
(1) Long. absoluta del radio.	22,5	22,5	21,3	21,5	19,3	19,3	110,0	110,0	-
(2) D. tran. de la cabeza	43,0	43,0	42,5	42,5	35,2	35,2	-	-	-
(3) D. tran. del cuello	32,6	32,6	31,5	31,5	27,5	27,5	22,4	22,4	-
(4) D. tran. de la fovea radial	40,0	40,0	40,0	40,0	33,2	33,2	-	-	-
(5) D. ant. post. de la cabeza	23,4	23,4	21,5	21,5	18,4	18,4	14,0	14,0	-
(6) D. tran. del cuerpo	28,0	28,0	26,5	26,5	21,0	21,0	14,3	14,3	-
(7) D. tran. de la apófisis inf.	42,0	42,0	42,0	42,0	35,0	35,0	26,4	26,4	-
(8) D. tran. de la sup. articular inf.	35,0	35,0	35,1	35,1	29,2	29,2	-	-	-
(9) D. ant. post. de la apófisis inf.	28,5	28,5	26,8	26,8	22,0	22,0	-	-	-
(10) D. ant. post. de la sup. articular inf.	16,0	16,0	16,0	16,0	14,0	14,0	-	-	-

Metacarpiano

	R	R	R	R	R	R	R
	77	79	80	83	84	85	79
(1) Long. absoluta	-	155,0	155,0	152,4	152,4	135,7	-
(2) Alt. de la epífisis inferior.	-	24,0	24,0	24,0	21,2	18,6	-
(3) Alt. arista mediana	-	17,6	14,4	16,3	14,4	16,2	-
(4) Long. esp. de la base articular	-	12,0	12,0	13,2	11,3	10,0	-
(5) D. tran. de la extremidad sup.	34,0	35,7	35,7	35,2	29,3	30,5	34,0
(6) D. ant. post. extr. sup.	25,6	25,5	25,5	21,4	21,0	20,0	25,6
(7) D. tran. del cuerpo.	22,7	24,0	24,0	22,0	19,3	18,4	22,7
(8) D. tran. epífisis inf.	37,3	38,5	38,5	37,6	32,0	31,0	37,3
(9) D. ant. post. epífisis inf.	17,1	18,7	18,7	17,7	15,9	12,4	17,1
(10) D. tran. sup. art. interna	19,0	19,0	19,0	17,5	14,6	14,6	19,0
(11) D. ant. post. arista mediana interna.	21,4	22,8	22,8	22,1	20,2	-	21,4
(12) D. ant. post. arista mediana externa.	-	-	-	-	-	-	-
(13) D. ant. post. cond. exc.	-	13,7	13,7	13,4	13,0	-	-
(14) Dist. arista part. inf.	-	-	-	-	-	-	-
(15) Dist. arista part. sup.	20,0	17,8	17,8	17,0	16,0	16,3	20,0

Metatarsiano	R	R	R	R	R	R	C. libex
(1) Long. absoluta	86	87	86	89	90	91	
(2) Alt. de la epifisis inferior.	-	18,0	-	113,0	147,0	153,2	
(3) Alt. arista mediana	-	13,4	-	17,4	15,0	16,5	
(4) Long. escapadura in car-articular	-	11,5	-	13,4	11,4	11,6	
(5) D. tran. de la extre midad sup.	32,0	25,0	32,0	29,6	29,0	25,2	
(6) D. ant. post. extre. sup.	27,4	23,0	27,4	26,2	25,0	23,6	
(7) D. tran. del cuerpo	21,0	16,6	21,0	19,6	19,9	17,2	
(8) D. tran. epifisis inf.	35,1	29,3	35,1	33,4	33,3	-	
(9) D. ant. post. epifisis inf.	17,9	16,6	17,9	17,2	17,8	13,7	
(10) D. tran. sup. art. inter na.	25,4	11,0	15,4	15,6	15,0	12,3	
(11) D. ant. post. arista me diana interna.	21,3	19,3	21,3	21,7	21,7	19,6	
(12) D. ant. post. arista me diana externa.	-	-	-	-	-	-	
(13) D. ant. post. cond. ex.	-	14,8	-	13,1	12,3	12,0	
(14) Dist. aristas part. inf.	-	-	-	-	-	-	
(15) Dist. aristas part. sup.	18,8	14,6	18,8	16,5	17,6	14,6	

Metapodas	S	S	S	S	S	t	t
(1) Long. absoluta	99	122	210	214	210	478	555
(2) Alt. de la epifisis inferior	-	-	-	-	-	-	174,2
(3) Alt. arista mediana	14,3	18	13,7	-	13,4	17,7	16
(4) Long. escapadura in car-articular	-	-	-	-	-	-	13
(5) D. tran. de la extre midad sup.	-	-	-	-	-	-	30,8
(6) D. ant. post. extre. sup.	-	-	-	-	-	-	23,9
(7) D. tran. de cuerpo	-	-	-	-	-	-	21,7
(8) D. tran. epifisis inf.	-	-	-	-	-	-	35,5
(9) D. ant. post. epifisis inf.	-	-	-	-	-	-	18,6
(10) D. tran. sup. art. inter na.	10,5	16,6	10	13	10	12,6	11,1
(11) D. ant. post. arista me diana interna	16	21	15	18	15	14,3	21,9
(12) D. ant. post. arista me diana.	-	-	-	-	-	-	20,2
(13) D. ant. post. cond. ex.	9,5	14	-	-	-	11,6	14,8
(14) Dist. aristas part. inf.	-	-	-	-	-	-	17,4
(15) Dist. aristas part. sup.	-	-	-	-	-	-	13,7

Primera Falange	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	T	T	T
(1) Long. absoluta.	99	100	109	94	97	102	106	100	110	111	90	1955	1244	1343
(2) Alt. de la tróclea	45,4	47,4	51,2	51,1	45,8	45,3	50,4	47,6	47,9	47,5	49,0	45,0	48,7	52,8
(3) D. tran. de la ex. sup.	11,4	12,0	12,0	11,7	12,4	10,6	13,4	11,6	12,3	13,1	12,0	10,3	12,5	11,6
(4) D. ant. post. ex. sup.	14,3	14,3	17,6	17,6	14,2	15,3	20,6	18,0	16,5	16,5	14,0	13,0	19,6	19,7
(5) D. tran. tróclea.	17,0	18,0	21,1	20,4	17,6	18,2	22,3	19,6	20,7	20,0	19,9	17,2	21,2	22,5
(6) D. tran. ext. inf.	12,5	13,5	15,7	15,0	14,0	15,2	17,0	15,3	17,5	16,7	13,2	10,5	16,3	14,0
(7) D. ant. post. del con dilo ext.	13,4	13,4	15,7	15,7	13,6	15,4	17,7	17,0	17,2	17,5	14,8	12,9	17,5	16,8
(8) D. tran. del hueso.	19,0	19,0	14,0	12,0	12,0	13,4	15,5	14,3	14,5	13,0	-	10,9	15,5	13,4
(9) D. ant. post. del hueso.	11,5	12,0	14,3	13,7	12,2	13,0	16,3	15,7	14,6	15,6	13,1	11,4	15,6	15,0
(10) D. ant. post. del hueso.	11,8	12,4	14,7	13,9	12,6	13,4	17,0	15,9	14,8	15,6	14,4	12,0	15,6	15,7

Segunda Falange	R	R	R	R	S	S	S	S	S	t	t	t	t	t	t
(1) Long. absoluta	100	123	125	127	49	86	195	205	500	501	2227	2269	2271	2277	2205
(2) Alt. de la tróclea	33,3	35,0	28,3	29,5	34,9	31,8	31,2	33,2	32,5	-	34,1	31,8	-	33,6	27,4
(3) D. tran. de la ex. sup.	11,5	11,7	-	9,4	11,7	-	11,7	15,2	12,2	9,2	11,5	12,7	10,6	9,0	9,4
(4) D. ant. post. ex. sup.	19,6	19,8	-	14,2	17,6	19,7	15,8	20,5	10,3	-	18	16,5	-	16,2	14,3
(5) D. tran. tróclea.	18,2	18,7	16,0	14,4	18,9	19,2	17,3	20	10,0	-	17,2	15,8	-	15,1	14,3
(6) D. tran. ext. inf.	13,7	14,0	10,0	10,2	12,6	-	11,9	14,7	12,5	0,6	11,8	11,5	10,5	11,2	10,2
(7) D. ant. post. del condilo ext.	15,0	14,4	-	11,2	-	-	12,9	15,6	14,4	12,3	0,2	12,5	10,0	12	9,7
(8) D. tran. del hueso	11,5	11,7	-	9,5	11,3	-	11	13,6	11,5	-	11	10,8	9,2	11,5	9,4
(9) D. ant. post. del hueso.	14,6	15,4	11,5	11,0	13,8	16,0	12,4	16,2	14,6	10,5	12,5	12,5	10,6	11,8	9,8
(10) D. ant. post. del hueso.	13,0	14,3	-	9,7	12,0	15,2	10,9	15,7	13,8	10,0	11,7	12,0	9,9	10,9	9,6

Tercera Falange	R	R	R	R	R	R	T	T
(1) Long. absoluta.	131	132	133	135	135	137	2259	2730
(2) Long. de la cara sup.	43,8	45,0	40,0	35,0	-	45,2	40,3	4,33
(3) Long. del borde anterior	23,4	26,0	22,0	21,2	17,4	26,0	19,2	2,26
(4) Alt. del hueso en la emi nencia piramidal.	31,2	30,0	-	25,0	-	30,0	29,2	3,00
(5) Long. máxima de la sup. articular.	25,3	25,9	20,7	17,6	-	24,3	25,6	1,97
(6) Anch. máxima del hueso.	15,1	16,0	14,5	13,5	11,7	14,0	13,4	1,41
(7) Anch. máxima de la sup. articular.	14,2	12,1	14,1	10,0	11,2	15,4	14,3	1,32
(8) Anch. máxima de la sup. articular.	13,7	13,2	11,0	10,4	10,1	13,2	11,0	1,26

C. Pelviana	R	R	R	R	R	R	R
	138	139	140	141	142	143	144
(1) Long. absoluta.	220,0	270,0	-	230,0	230,0	-	-
(2) D. de la cresta ilíaca a la caja de la cavidad coxiloidea.	160,0	150,0	150,0	160,5	125,0	-	-
(3) D. de la caja coxiloidea a la tuberosidad del isquión.	150,0	135,0	140,0	140,0	110,0	-	-
(4) Long. de la sínfisis pubiana.	65,0	75,0	85,0	55,0	55,0	-	-
(5) D. mayor hueso descendente del pubis.	46,0	22,0	23,0	21,0	21,0	-	13,0
(6) D. ant. post. del agujero obturador.	54,0	55,0	-	48,5	48,5	-	28,0
(7) D. tran. del agujero obturador.	29,0	20,0	-	25,0	26,0	-	15,0
(8) D. ant. post. de la cavidad coxiloidea.	33,0	33,0	33,5	31,0	31,0	36,0	-
(9) D. tran. de la cavidad coxiloidea.	30,0	30,0	30,0	27,0	27,0	26,0	29,0
(10) D. tran. de la sínfisis.	24,0	23,0	24,5	19,0	19,0	26,0	-
(11) D. ant. post. ramo horizontal del pubis.	15,5	17,5	-	12,0	12,0	-	12,0
(12) Espesor de la pelvis del isquión.	7,0	7,0	7,0	5,0	5,0	-	20
(13) Long. de cuerpo del isquión.	63,0	60,0	-	47,0	47,0	-	-

C. ibex

Femur	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	22	23	24	25	26	27	28	29	30
(1) Long. absoluta.	250	260	265	265	223	223	130	130	392
(2) Alt. del labio externo de la troclea.	15,5	15,5	49	49	50	50	-	-	42
(3) Long. intertroclear.	55,9	55,9	66,6	66,6	55,9	55,9	-	-	80
(4) Long. del cuello.	8	8	35,5	35,5	27	27	-	-	60
(5) Gran D. de la extr. sup.	28	28	63	63	52	52	36,2	36,2	120
(6) D. tran. de la cabeza.	22	22	31	31	28	28	-	-	48
(7) D. tran. de la epífisis inf.	28	28	47	47	39	39	-	-	78
(8) D. tran. del cuerpo.	25	25	24	24	20	20	12,6	12,6	37
(9) D. menor tran. de la troclea femoral.	23	23	23	23	18,2	18,2	-	-	40
(10) D. ant. post. de la epífisis ant.	51	51	55	55	51,6	51,6	-	-	47,5
(11) D. tran. de los condílos del femur.	50	50	50	50	42,5	42,5	-	-	60
(12) D. tran. de la fosa intercondilar.	11,7	11,7	13,5	13,5	13,3	13,3	-	-	18
	Tibia				R	R	R	R	R
					42	43	44	45	46
(1) Long. absoluta.					26,5	30,5	30,5	30,6	26,5
(2) Long. de la cresta.					7,7	9,6	9,6	9,6	7,7
(3) D. entre los tubérculos de la espina.					1,15	1,1	1,1	1,1	1,15
(4) D. ant. post. de la extr. sup.					4,6	5,7	5,7	5,2	9,6
(5) Anch. de la escotadura poplitea.					2,2	2,0	2,8	2,5	2,2
(6) D. tran. del cuerpo.					1,85	2,5	2,5	2,4	1,85
(7) D. tran. máximo de la extr. sup.					4,9	5,0	5,8	5,8	4,9
(8) D. tran. de la epífisis inferior.					3,1	3,90	3,50	3,50	3,1
(9) D. ant. post. de la epífisis inf.					2,5	3	3,0	3,0	2,5
(10) D. ant. post. de la extr. sup. articular inf.					2,15	2,34	2,34	2,34	2,5
(11) D. tran. de la extr. sup. articular inf.					2,3	2,5	2,5	2,5	2,3

Calcáneo	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	54	65	65	67	68	69	70	71	98	191	194	2272	2307	2382
(1) Long. absoluta.	76	75	72	76	51	-	82,6	82,6	-	59,5	71,2	-	-	76,6
(2) Long. del boro ant.	35	43	-	39	26	-	47	47	45,5	45,7	38	-	-	42
(3) D. tran. de la tuberosidad.	14	19	14,4	-	19,5	10,5	-	20	20	22	20,7	18,6	-	18,6
(4) D. ant. post. de la tuberosidad.	15,6	23,1	21,6	-	23,5	-	-	29	29	29,2	24	23	-	23,9
(5) D. tran. máximo del hueso.	37	36	-	37	-	-	36	36	-	29	28,9	28,8	31	29,1
(6) D. ant. post. máximo del hueso.	29	28	-	29	-	-	27	28	28	-	-	27,5	26,8	29

Astragalo	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	72	73	74	75	76	208	2044	2230	2305	2418				

(1) Long. absoluta	38,0	38,0	38,0	32,0	30,0	-	33,9	37,4	33,3	34,5	Rotula	R	R	R	R
(2) Long. de la cresta	17	17,0	17,8	13,8	15,5	-	21,4	23,1	21,1	21,7		31	31	32	33
(3) D. max. tran. del cuerpo	25,0	25,4	-	-	15,5	-	22,4	-	24,2	24,2	(1) Gran diámetro de la rótula	30	45	45	30
(4) D. ant. post. del cuerpo	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	-	17	-	-	-	(2) Diámetro transversal	39	35	35	25
(5) D. tran. de la polea	17,5	17,5	15,0	15,0	17,5	-	14,6	-	15	16					
(6) D. tran. del cuello	20,0	20,8	20,0	20,0	20,3	-	-	-	21	24,2					
(7) D. ant. post. del cuello	19,0	19,0	17,9	16,8	19,0	-	17,8	-	-	19					
(8) D. tran. de la cabeza	25,0	25,7	22,0	22,0	25,7	-	-	-	23	-					
(9) D. ant. post. de la cabeza	19,0	19,0	17,0	16,0	19,0	-	18,2	20,6	-	19,3					

CARA LATERAL

L.lynx

Distancia del ángulo frontal del
nasal a la espina posterior del
palatino.

23,1

CARA INFERIOR

MEDICIONES LONGITUDINALES

Anchura tomada sobre las crestas alveolares, entre el último premolar y el primer molar.

35,0

Anchura máxima de las escotaduras palatinas en el centro de los bordes externos.

9,0

Longitud de las escotaduras palatinas.

5,7

CARA SUPERIOR

MEDICIONES LONGITUDINALES

Longitud de la abertura nasal del centro de la escotadura al borde anterior de la sutura incisiva.

25,7

Anchura de la abertura nasal tomada en el borde ascendente de los intermaxilares.

25,4

Maxilar inferior	S
	499
(1) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel del M ₁	7,6
(2) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel de la parte post. de la sínfisis.	9,1
(3) Dimensiones del cuerpo mandibular entre la sínfisis y el centro del borde externo del borde del canino.	6,7
(4) Altura rama horizontal al nivel de M ₁ .	17,3
(5) Altura rama horizontal en la parte post. de la sínfisis.	15,7

	Longitud	Anchura
S-499 P ₂	8,6	4,1
S-499 P ₃	11,7	5,3
S-499 M ₁	13,0	6,0
C D	7,6	5,6
Longitud de la serie 30,7		

Fémur	S	t
	15	2901
(1) Long. intertrocanter.	30	
(2) Long. del cuello	17,8	
(3) Gran D. de la extr. sup.	39,4	
(4) D. tran. de la cabeza	17	
(5) D. tran. del cuerpo.	17,6	1,83

Tibia	S
	13
(1) Long. absoluta	181,6
(2) Long. de la cresta.	59
(3) D. ant. post. de la extr. sup.	37,4
(4) Anch. de la escotadura poplítea	88
(5) D. tran. del cuerpo.	13,2
(6) D. trans. de la epifisis inf.	25
(7) D. ant. post. de la epifisis inf.	14,2
(8) D. ant. post. de la sup. articular inf.	13
(9) D. tran. de la sup. articular inf.	24,8

Crocota crocuta spelaea

	Longitud	Anchura
M ₁ t-1353	32,8	13,7
P ₃ t-1353	20,4	14,8
P ₃ t-1353	18,2	15,2
P ₄ t-1353	25,8	18,0
P ₄ t-1353	24,9	14,7

Garnitura Superior

	Longitud	Anchura
S-62	39,3	27,3
t-1723	41,1	18,5
t-2916	41,8	23

U. spelaeus

		Cara superior										P
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	
<u>Mediciones longitudinales</u>												
1	Longitud de la extremidad del tubérculo occipital a la cresta coronal sobre la sutura occipital.	142,0	115,5	104,4	127,9	-	-	90,0	131,9	111,5	133,0	
2	Long. de la sutura coronal de la epóna del frontal del nasal. (nasal).	171,5	146,0	143,4	122,5	-	-	146,1	189,0	151,2	156,2	
3	Long. de la sutura nasal del nasión al centro de la epóna nasal.	115,0	111,5	114,5	96,9	-	-	171,1	-	-	110,8	
4	Long. de la epóna frontal del nasal al borde anterior de la sutura incisiva.	479,1	195,0	202,0	194,4	-	-	181,0	214,0	-	199,3	
5	Long. total de la extremidad del tubérculo occipital al borde anterior de la sutura incisiva.	469,1	470,0	419,3	461,0	-	-	368,0	447,9	356,0	452,0	
<u>Mediciones transversales</u>												
1	Distancia entre las protuberancias de las crestas temporales.	101,0	148,5	-	109,6	98,1	103,0	104,3	144,4	176,0	-	
2	Anchura del cráneo al nivel de las bóvedas orbitales.	173,3	155,8	153,7	102,2	112,0	112,0	110,0	113,3	95,2	-	
3	Anch. del cráneo al nivel de las epónas temporales.	117,0	79,0	84,1	71,0	-	-	84,2	78,1	64,0	-	
4	Long. máxima de las áreas zigomáticas en su cara externa en el centro de la sutura temporal-medial.	340,3	294,3	-	155,5	-	-	206,0	246,1	-	-	
5	Dist. entre las epónas zigomáticas de las áreas al nivel de las áreas zigomáticas.	145,0	133,2	123,0	112,2	62,0	-	115,6	141,0	92,2	132,0	
6	Dist. entre epónas laterales.	108,0	103,2	106,4	78,0	-	-	74,0	87,1	78,0	95,0	
7	Distancia entre las áreas internas de las epónas sub-orbitales.	128,9	98,7	103,5	73,0	-	-	81,9	55,3	78,3	85,9	
8	Long. máxima entre las bóvedas internas de las áreas sub-orbitales.	121,5	116,5	95,0	91,7	-	-	91,4	91,9	89,1	106,4	
9	Long. de la epóna nasal desde el centro de la epóna nasal al borde anterior de la sutura incisiva.	118,9	127,0	100,8	94,0	-	-	-	108,3	-	114,0	
10	Long. de la epóna nasal en el borde anterior de la sutura incisiva.	72,6	78,6	59,4	60,3	-	-	54,3	58,0	60,3	71,0	
11	Long. máxima de la sutura incisiva.	50,0	40,0	-	35,0	-	-	37,5	37,5	-	-	
<u>Mediciones transversales</u>												
		C-11	C-12	C-13								
1	Longitud de la sutura occipital	100	78	91								
2	Longitud de la sutura occipital	70,5	-	-								
3	Longitud de la sutura occipital	85	-	-								
4	Longitud de la sutura occipital	110	-	-								
5	Longitud de la sutura occipital	50,0	-	-								
<u>Mediciones transversales</u>												
1	Longitud de la sutura occipital	200	100	-								
2	Longitud de la sutura occipital	120	100	110								
3	Longitud de la sutura occipital	90	70	60								
4	Longitud de la sutura occipital	70,0	-	-								
5	Longitud de la sutura occipital	120	100	90								
6	Longitud de la sutura occipital	130	-	-								
7	Longitud de la sutura occipital	100	-	80								
8	Longitud de la sutura occipital	140	-	-								
9	Longitud de la sutura occipital	60	-	-								
10	Longitud de la sutura occipital	80	-	-								

Ca. spelaeus

		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
<u>Mediciones longitudinales</u>														
1	Longitud de la sutura occipital	-	-	-	31,4	-	-	-	28,6	-	-	40	-	-
2	Longitud de la sutura occipital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Longitud de la sutura occipital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Longitud de la sutura occipital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Mediciones transversales</u>														
1	Longitud máxima del agujero occipital en la intersección de las bóvedas del agujero occipital y el centro de las áreas.	-	-	-	31,1	-	-	-	31,7	-	-	30	-	-
2	Longitud máxima de las áreas zigomáticas.	-	-	-	31,1	-	-	-	31,7	-	-	34	-	-
3	Distancia entre las protuberancias posteriores de las crestas temporales.	340,3	294,3	-	135,5	-	-	206,0	246,1	-	-	21	8,1	-
4	Longitud máxima de las áreas zigomáticas del occipital.	101,0	110,5	-	109,6	98,1	103,0	104,3	144,4	176,0	-	91	-	-

Mediciones verticales	U. spelaeus												
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
- Distancia mínima de la extremidad del tubérculo occipital (inion) a la sutura lambdoide.	67,4	62,0	38,8	70,8	-	-	45,8	60,5	-	50,0	-	-	-
- Distancia del inion sobre el bragma al centro del borde de la escotadura intercondilar.	185,7	170,0	157,6	128,6	-	-	125,5	141,7	132,6	153,0	110	-	-
- Distancia de la sutura coronal sobre el bragma al centro de la escotadura intercondilar.	208,3	205,0	184,0	163,0	-	-	139,6	169,6	155,5	183,4	175	-	-
- Distancia de la sutura coronal sobre el bragma, a la espina posterior del palatino.	210,6	223,6	188,5	175,6	-	-	209,4	227,7	149,6	214,0	225	-	-
- Distancia de la espina posterior del palatino a la apófisis zigomática del frontal.	118	105,7	106,9	110,0	-	-	116,1	134,5	107,3	124,3	130	-	-
- De la apófisis zigomática del frontal a la apófisis orbital de las arcadas zigomáticas.	39,4	64,2	-	43,0	-	-	47,6	41,6	59,3	-	40	-	-
- Del centro del borde orbital del frontal a la apófisis orbital de la arcada zigomática.	64,2	71,8	-	39,4	-	-	37,3	50,7	39,9	-	-	46	-
- Distancia vertical de la órbita entre el centro del arco superociliar y el centro del borde anterior del hueso malar.	50,0	64,3	55,0	47,8	-	-	51,2	56,7	35,0	-	52	-	38
- Distancia del ángulo frontal del nasal a la espina posterior del palatino.	116,0	141,0	127,4	112,4	-	-	127,0	87,0	147,0	120	-	-	-
- Distancia del centro de la escotadura nasal a la tubera palatina.	76,8	74,0	55,0	56,0	-	-	55,0	52,0	46,8	72,0	95	-	-
- Distancia del ángulo frontal del nasal al tubérculo de la nuca.	234,0	273,0	229,0	220,0	-	-	247,3	-	-	250	-	-	-

Mediciones longitudinales	C. inferior												
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
- Long. del basión a la espina posterior del palatino.	170,0	195,0	-	-	-	-	132,0	-	-	-	165	-	-
- Long. de la espina posterior del palatino al borde anterior de la sutura incisival.	244,7	194,6	-	-	-	-	190,5	-	-	-	240	-	-
- Long. total del borde de la escotadura intercondilar al borde anterior de la sutura incisival.	414,7	400,0	367,1	-	-	-	298,0	401,3	362,0	-	405	-	-
- Long. de la sutura incisival a la apófisis pterigoides del maxilar.	201,0	-	198,7	-	-	-	137,5	200,4	150,0	-	200	-	-
- Long. de la apófisis pterigoides al borde anterior de la sutura incisival.	207,3	-	190,3	-	-	-	200,0	194,5	162,3	216,0	215	-	-
Mediciones transversales													
- Anchura máxima de las apófisis condiloides del condilotal.	-	-	-	-	-	-	77,0	-	-	92	-	-	-
- Distancia entre las apófisis postglenoides de la articulación temporo-maxilar.	-	130,0	-	-	-	-	76,7	71,6	-	95	62	-	-
- Distancia entre las apófisis pterigoides de las maxilares superiores.	67,7	-	-	-	-	-	-	-	50,2	-	80	-	-
- Anchura, entre crestas alveolares entre el último premolar y el primer molar.	107,4	97,4	109,5	-	-	-	80,0	88,3	84,4	90,0	105	-	80
- Distancia entre los agujeros palatinos.	51,5	48,4	51,0	-	-	-	36,5	40,5	41,2	35,5	44	-	33
- Anchura máxima de las escotaduras palatinas en el centro de los bordes externos.	23,0	25,4	25,0	-	-	-	21,7	20,0	20,4	22,0	27	-	-
- Longitud de las escotaduras palatinas.	30,7	29,2	27,1	-	-	-	23,5	24,6	22,1	25,6	31	-	-

[illegible]

U.spelaeus

C	N°	d	D	L
s-2021	15,3	17,9		
t-562	20	23		
t-1633	16,2	20,4		
t-2352	15,6	17,7		
t-1443	15,2	17,8		
t-2146	18	75		
t-2201	19	22	115,2	
t-2034	12,8	20,7	96	
t-2022	20,7	24,5	112,8	
t-1531	15,3	17,7		
t-1710	22,4	118,3		
t-158	23	25,8	120	
t-1344	22,5	18	122	
t-2543	13,8	22,7		
t-1265	23	25	104,7	
t-569	20,4	21,5	102,5	
t-1433	17,3	18,3	96,2	
t-1564	19,5	22,1		
s-113	12,2	17,2		
t-2227	18			
t-1944	16,2	19		
t-95	16,8	21,0		
t-2094	12,9	18,7		
t-2080	16,7			
t-1198	21,6	23		
t-378	20,8	23,8		
t-1127	21,3	25		
t-1225	20,7	23,3		
t-128	15,0	20		
t-1537	17	57,3		
t-772	14,3	17,9	88,6	
t-229	19,5	100,8		
t-2317	16,6	17,6		
t-589	16	20,8		
t-72	19,8	22,8		
t-1091	15	17	74,3	
t-121	16,2	19,8		
t-638	20,5	22,6		
t-157		75		
t-80	17,5	22,8		
t-163	21,4	95		
t-1386	14	17,4	60,6	
t-104	17,6	20,9	86,6	
t-532	17,2	19,9		
t-591	19,2	19,2	84,6	
s-117	15,3	19,3		
t-1573	15,6	19,7		
t-949	15,4	20,3	90,1	
t-79	22,1	106,7		
t-58	23,7			
t-531	13	16,3		
t-213	20,4	23	98,2	
t-1323	15	16,5	81,7	

N°	B	D	L
t-289	22,3	21,3	95,7
t-316	15,1	17,6	95,2
t-470	20,3	102,3	
s-35	15,5	19,5	97,6
t-2023	21	25,3	
t-2030	21,6	23,6	
s-33	20,4	23	99
t-635	19,3	100,5	
t-276	16,5	20,5	98,3
t-1577	20,6	23,6	99
t-1479	21,7	23,2	105,2
s-51	20,6	22,4	102,4
t-1065	16	18,5	98,2
t-1063	25,7	21,2	118,4
t-1051	15,9	20	99
t-291		22,5	
t-1990	20	23,1	107,3

N°	L	A
t-1636	8,7	6,7
t-1519	7	6,4
t-1243	8,8	7,2
t-1198	9,4	6,3
t-2169	8,8	6,3
t-1057	9,6	7,2
t-2152	7,6	6,1
t-1630	8,5	6,0
t-1396	9,2	7

N°	L	A
t-2218	10,2	10,7
t-1305	10,8	10,7
t-1392	10,8	9,9
t-2052	11,4	6,6
t-1387	10,2	10
t-1302	11,3	11
t-1365	10,8	9,3
t-1403	10,3	10,5
t-2336	10,9	10,2
	10,2	9,8
t-1748	10,6	9,4

N°	L	A
t-497	11,9	12,4
t-2418	11,9	13,6
t-2149	11,6	14,3
t-1126	13	12,8
t-993	12	
t-202	11,2	
t-1180	11,6	
t-23	10,8	12,7
t-2084	12,7	
t-1513	12,6	
t-1428	12,2	
t-1435	13,5	
t-1037	12,4	13,3
t-1493	12,4	
t-1492	13,1	13,5

N°	L	A
t-1349	9,7	8,8
t-414	10,0	10
t-1590	10	10
t-2416	9,3	8,4
t-2049	9,9	8,9
t-465	7,3	8,2
t-1349	9,8	8,4
t-2222	9,5	8,5
t-2151	10,2	9,3

N°	L	A
s-30	11,5	11,6
t-1355		9,9
t-877	12	10,4
t-2072	10,4	9,3
t-2015	12,6	12

N°	L	A
t-310	15	15,5
s-29	17	18
t-1347	10,6	11,8
t-1347	13,7	13,3
t-1950	13,4	11
t-303	11,7	12
t-2014	14,9	15,6
t-552	13,9	16,3
t-1033	15	16,2
t-496	15,6	14,8
t-1615	12,4	12,1
t-1536	13	12,9
t-308	14,2	15,6
s-126	13	13,2
t-1224	9,1	10,7
t-542	11,2	11,2
t-180	15,4	16,4
t-785	12,6	12,1
t-2156	7,8	9,1
t-1884	12,9	
t-110	11,3	12,8
s-125	11,9	10,9
t-1044	12	13

N°	L	D	X1	X2	X3	X4
t-2221	29,0	13,55	9,25	12,5	7,3	10,3
t-2490	30,6	14,4	9,9	14,4	7,3	9,6
t-779	28,9	13,2	9,4	14,3	7,3	9,4
C-10	30,9	15,5				
t-328	30,5	15,5				
s-1000	31,6	15,4				
C-5	29,4	15,0				
t-516	30,4	14,1				

N°	L	D	X1	X2	X3	X4
t-2553	31,7	15,5	9,6	12,45	6,75	9
t-2470	29,4	13,6	9,4	13,6	7,3	9,2
t-2887	31,9	15,1	9,5	13,4	6,5	10,4
t-1407	30,8	14,4	9,5	14,8	6,4	10,3
t-1910		14,4				
t-2043		14,5				
t-2335		13				
t-490		14				
t-1822	30					
t-1060	28,5	13,2				
t-2919	27,7	14,0				
s-130	29,0					
s-101	28,0	13,8				
t-110	27,2	13,0				
t-2214	28,4	13,1	8,5	13,2	5,5	8,5
t-578	29,7	14,8				
t-2925	30,9	15,4	8,5	13,3		
t-2814	31,5	15,4	9,4	13,3	6,0	9,4
t-2595	29,0	13,6	8,6	12,5	5,8	8,8
t-678	32,0	13,9	9,4	14,0	8,1	10,6
t-1208	32,4	10,8	10,1	14,3	5,6	10,2
t-1269	33,7	16,0	10,5	15,2	7,05	10,5
t-1029	32,4					
t-433	31,6	15,5	11,4	13,6	6,5	10,3
t-1910	30,2	13,8	8,6	13,0	8,6	7,2
t-499	28,45	13,3	8,1	12,8	6,0	8,5
t-2433	28,9	13,4	8,7	14,3	6,1	9,1
t-2950	29,5	13,6	9,5	13,7	5,7	9,3
t-555	29,0	12,0	6,4	14,9	6,7	9,4
t-2172	29,4	15,3	9,3	13,0	5,5	8,9
t-2899	29,1	13,8	8,4	14,0	6,8	9,3
t-993	28,3	14,05	8,7	13,4	6,1	8,8
t-1068	30,11	13,9	9,4	13,8	5,5	8,9
t-985	29,95	14,4	9,1	14,4	6,0	7,7
t-1052	28,3	13,4	8,6	12,5	6,5	9,5
t-1254	29,1	13,3	9,7	14,25	6,75	9,7
t-2490	30,6	14,4	9,9	14,4	7,3	9,6

P₄

N°	L	A
t-1534	14,8	10,3
C-10	16,4	11,4
t-2051	14,7	10,6
t-2000	15,4	9,4
t-14	18	12
s-103	14,8	10
t-1356	16,9	10,9
t-2358	12,9	9,7
t-232	16,8	12,3
C-20	16,3	11,1
C-5	16,3	11,3
S-1000	16,9	11,9
C-979	15,3	9,6
t-444	15	11
t-997	15,3	9,3
t-935	16	11

M₃

N°	L	A
t-1807	27,2	20,7
t-1837	28,8	19
t-1305	27,15	16,9
t-1034	22,5	22
t-308	27,2	17,2
t-953	22,4	18,9
s-112	25,6	18,9
n-500	26	19,4
s-34	24,3	19
t-1741	23,1	18,9
t-442	27,3	17,5
t-1272	26,6	22,7
t-2339	31,3	19,4
t-2212	24	19,0
t-423	23,1	19,9
t-2035	25,6	19,8
t-2410	26,7	21
t-488	27	19,1
t-1241	31,3	21
t-87	27	18,0
t-874	29,7	19,8
t-1765	23,1	18
n-115	25,5	21,5
t-1270	30,4	19,7
t-51	28,8	21,3
t-985	28	19,8
t-516	24	17,8
t-829	28	21,2
C-10	28	20,4
C-10	28	21,8
s-1000	28	19,2
C-5	25,4	

P₃

N°	L	A
t-27074	19,2	12,4
t-1550	19,5	13,5
t-1025	19,7	14,3
t-896	20	13,8
s-119	19,9	14,7
t-1027	21,7	14,3
t-2101	20,9	14,5
t-2418	20,6	18,9
t-67	17,4	13,6
t-62	20	13,4
t-1638	18,5	12
C-7	20,6	13,4
C-7	20	13,8
C-1	18,9	13,1
t-1060	18,3	12,9
t-1343	22	15,3
C-10	22	16
C-8	18	13,3
C-8	19,1	13,3
C-2	20,4	14
t-1069	21,1	15,4
t-1570	21,4	15
t-1170	17	13,9
s-121	20,3	13,6
t-2070	18,2	12,2

N°	L	A
C-8	25,1	19
C-10	29,6	20
C-10	25,5	21,7
C-8	22,3	21,2
C-2	21	20,8
C-2	21,2	19,4
C-1	20,8	21,9
C-7	21,9	19,7
C-7	21,9	19,8
C-4	20,6	20,1
C-4	20,6	20,6
C-1	20	20
C-1	20	21,3
C-4	21,3	21

N°	L	A
C-10	43,3	22,2
C-10	44,1	22,5
C-8	44,2	23,6
C-8	43,3	22,3
C-2	46,5	24,4
C-2	46	24,5
C-1	42,5	22,8
C-1	44	24,3
C-7	40,9	23,8
C-7	46	23,5
C-4	47,5	
C-4	46,5	

M₂

N°	L	d1	d2	X1	X2	X3	X4	X5
t-1040	30,85	19,1						
t-1752		11,57	12,07	10,25	12,7	12,2	7,5	12,17
t-829	27,9	11,97	11,67					
t-223	27,9	11,57	12,07					
t-1840	29,1	11,57	12,07					
t-219	27,0	15,57						
t-2545	28,4	16,5						
t-1042	32,0	19,0	19,2					
t-1758	31,4	18,1	18,4					
s-114	29,55	17,8	17,8					
s-113	30,4	18,4	19,4					
t-2794	29,8	18,5	19,4					
t-1569	29,2	17,7						
t-2154	28,4							
t-2655	30,4	18,5	19,3					
t-1561		17,1						
t-1827	30,7	18,3	18,9					
C-10	31,0	18,6						
t-100	30,8	17,8	18,8					
t-2746		16,5						
s-37		16,5						
s-550	30,1	16,3	17,0					
t-1388	29,4	16,5	17,2					
s-239	30,0	17,3	17,9					
t-2904	32,2	16,7	19,1					
t-432	29,5	17,9	18,2					
t-2596	29,0	16,2	16,9					

M₂

N°	L	d1	d2	X1	X2	X3	X4	X5
t-2648	31,3	16,7	17,7	10,8	13,3	12,8	9,35	19,2
t-1376	31,4	17,95	19,4	10,2	15,8	12,1	9,5	18,1
t-2146	29,2	16,1	18,3	11,0	13,6	12,0	8,8	17,8
t-2030	29,0	16,8	17,6	11,7	13,9	12,0	10,1	17,3
s-136	30,5	16,7	17,8	10,4	14,1	12,4	7,8	18,1
t-57	29,2	15,1	17,0	9,95	12,55	12,2	9,8	16,6
t-1077	28,75	16,2	16,9	9,5	12,3	11,6	7,9	19,9
t-2270	30,9	17,8	18,1	11,2	13,1	12,9	8,4	19,5
t-2348	31,35	17,6	19,3	10,3	14,7	12,7	8,3	19,8
t-1055	29,7	18,2	18,6	9,7	12,3	12,3	7,0	16,5
t-1906	29,5	17,0	17,6	10,5	12,7	12,0	7,3	17,5
t-2451	30,9	18,45	19,35	10,2	13,3	11,1	6,0	17,65

M₁

N°	L	A
t-689	27,2	19,2
t-167	31,2	21,3
t-2301	26,7	18,8
t-1396	30,5	21,7
t-994	30,8	21,7
t-2004	30	20,6
t-819	28,5	20,5
t-1136	30,9	21,8
t-2380	30,5	22
t-1317	27,3	19,6
t-1070	27,3	18,7
t-2192	29,6	20,5
t-125	29,3	19,7
t-2020	29	20,5
t-1638	26	17,8
t-62	30,3	20,9
t-66	28,9	20,9
C-10	29,2	21,3
C-8	30,6	21,9
C-8	30,7	21,6
C-9	28,9	19
C-1	30	21,4
C-1	29,3	21,4
C-4	29,9	
C-4	29,8	
C-2	30,6	21,2
C-2	30,3	21,3
C-8	23,1	19

M₂

N°	L	A
t-43	43,5	21
t-2418	30	19,9
t-1144	41,1	22,7
t-1724	17	22,4
t-106	45,8	22,4
t-1114	47,5	25,8
t-1738	49	22,9
t-1578	42,3	20,8
C-5	44,7	22,8
t-1406		19,5
t-1916		22,6
t-1317		22,6
t-1499		25
s-182	40,1	22,2
t-365		20,8
t-1062	46,4	21,2
t-1330		25,5
t-133		22,6
t-390	42,4	21,7
t-1299	48,2	23,3
t-1281	38,4	22,1
s-135	45,6	23
t-1986	44,8	22,7
t-1770	43,6	22,6
t-1764	45,6	23,8
t-1328	47,6	23,4
t-1324	45,8	23
t-972	43,1	22
t-76	42,5	21,8
t-842		22,5
t-1458	42,4	21,2
t-2067		20,6
t-86	47	23,2
t-906	40	20,2
t-1651	41,9	22,3
t-1227	44	22,2
t-670	45,5	23,6
C-200	45,3	22,8
C-9	45,2	21,9
C-9	44,3	21,8

C. pelviana	E=3 S.N. 7	55	51	109	129	132	349	624	626	1251	1624	1943	
(1) Long. absoluta	372	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U.spelaeus
(2) D.de la cresta ilíaca a la caja de la cavidad cotiloidea.	167	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(3) D.de la caja cotiloidea a la tuberosidad del isquión.	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(4) Long. de la sínfisis pubiana	105,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(5) D.vertical de la pelvis del ilión.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(6) D.trans.del isquión	156,4	-	-	-	-	-	-	76	-	-	-	-	
(7) Long. de la tuberosidad del isquión	142,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,8
(8) D. mayor rama ósea donde del púbis.	42,2	29,3	-	-	-	-	-	-	37,9	-	-	-	21,3
C.pelviana	E=3 S.N. 7	55	51	109	129	132	349	624	626	1251	1624	1943	
(9) D.ant.post.del agujero obturador.	50,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(10) D.trans.del agujero obturador	67,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(11) D.ant.post.de la cavidad cotiloidea	58,8	-	-	58,1	65,0	72,7	-	59,8	-	-	-	-	59,8
(12) D.trans.de la cavidad cotiloidea.	62,6	-	66,2	53,0	63,6	69,2	64,7	62,0	-	-	-	-	32,0
(13) D.trans.columna ilión.	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,3	63	-
(14) D.ant.post.rama hori- zontal púbis.	79,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(15) D.del centro de la sínfisis pubiana al agujero obturador	20,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(16) Long. del cuerpo del isquión.	55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,2

ROTULA	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	132	143	153	588	703	1145	1184	1279	1339	1367	1370	1934	2019	2328
Long. absoluta	60,1	70,4	-	64,8	63,4	66,6	66,1	67,8	73,3	65,0	-	-	59,4	50,0
D. máx. tran. del cuerpo	44,4	47,5	40,5	45,4	45,9	49,7	-	46,2	50,2	44,4	38,9	40,7	36,9	34,8

Rotula	t	t	t
	2540	2735	2857
(1) Gran diámetro de la rotula	5,25	6,81	5,30
(2) Diámetro transversal	3,43	4,51	3,38

[illegible]

Tibia	25	27	32	53	56	65	71	94	149	185	188	42
(1) Long. abs.	167,2	-	-	515,7	-	-	502,5	-	268	-	-	299,9
(2) Long. de la cresta	61,3	-	21,2	61,2	-	-	94,5	-	96,6	-	-	75,0
(3) Distancia entre los tubérculos de la espina.	-	-	-	14,6	-	-	14,2	-	15,3	-	17,0	-
(4) D. ant. post. de la extremidad sup.	38,2	-	27,6	72,3	-	-	80	-	79,7	-	77,6	60,6
(5) Anchura de la escotadura poplitea.	-	-	-	22,6	-	-	32,8	-	24,0	-	-	-
(6) D. tran. del cuerpo	26	-	15,6	40,6	34,2	-	37,7	-	35,7	40	-	39,3
(7) D. tran. máximo de la extre. sup.	51,2	-	47,3	55,6	-	-	98,2	-	64,4	-	100,2	95,6
(8) D. trans. de la epifisis inferior.	49,3a)	36,5	38,2	67,0	55,2	41,5	77,5	71,2a)	73,8	82,0	-	78,6
(9) D. ant. post. de la epifisis inf.	29,1	21,6	21,2	43,0	38,3	-	53,8	43,	43,0	40,3	-	41,7
(10) D. ant. post. de la sup. articular inf.	-	-	-	31,1	-	-	34,6	-	29,9	-	-	30,6
(11) D. tran. de la sup. articular inf.	-	-	-	59,9	30,0	35,7	58,3	59,9	56,6	70,2	-	63,4

Tibia	133	174	339	348	353	375	531	535	539	612	623	648	742	744	761	858	2974	2998	3000
(1)	-	-	-	-	-	-	339	-	501,3	-	-	-	-	-	-	-	-	31 50	32 0
(2)	-	-	23,9	-	-	-	107,1	-	97,6	-	-	-	-	-	-	27,6	-	10 0	10 10
(3)	-	-	-	-	-	-	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 70	1 44
(4)	-	22,7	27,5	-	-	-	99,3	-	67,6	33,5	-	-	-	-	-	28,2	-	8 20	8 29
(5)	-	-	-	-	-	-	28,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 55	4 67
(6)	-	18,2	16,2	10,4	-	13,5	43,4	14,1	60,0	-	-	-	-	30,6	17,5	16,6	1,34	14 17	14 17
(7)	-	42,2	44,6	-	-	49,0	38,5a)	109,5a)	32,4	-	54,5	-	-	-	46,2	44,5	-	10 40	10 94
(8)	-	39,0	-	35,7a)	-	21,0	68,8	27,5	82,6	-	71,3	66,7	67,6	66,7	36,7	39,8	-	8 52	10 67
(9)	-	22,5	-	-	-	-	48,2	-	47,8	-	34,5	37,2	37,6	60,0	-	22,3	-	4 70	4 95
(10)	-	-	-	-	-	-	41,4	-	30,8	-	37,1	-	32,4	-	-	-	-	3 56	3 79
(11)	-	-	-	-	-	-	55,3	-	52,8	-	64,5	-	47,7	-	-	-	-	6 60	7 49

Tibia	1443	1475	1632	1759	2140	2504	2645	2409	2517	2535	2654	2710	2764	2765
(1) Long. absoluta.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(2) Long. de la cresta.	-	-	-	-	-	-	8,29	-	-	-	-	-	-	-
(3) Distancia entre los tubérculos de la espina.	-	14,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(4) D. ant. post. de la extremidad sup.	-	81,7	-	-	-	-	3,64	-	6,27	-	-	-	6,94	-
(5) Anchura de la escotadura poplitea.	-	25,5	-	-	-	-	2,98	-	3,47	-	-	-	3,59	-
(6) D. tran. del cuerpo.	19,0	105,7	-	16,0	-	13,4	2,10	-	-	1,29	1,61	1,90	-	2,16
(7) D. tran. máximo de la extre. sup.	-	-	-	57,0	-	35,0	5,68	-	6,63	-	-	-	9,57	-
(8) D. trans. de la epifisis inferior.	-	-	55,2	34,1	-	28,7	4,75	6,70	-	-	-	-	-	-
(9) D. ant. post. de la epifisis inf.	-	-	47,4	14,3	-	-	3,32	3,39	-	-	-	-	-	-
(10) D. ant. post. de la sup. articular inf.	-	-	49,7	-	-	-	2,24	-	-	-	-	-	-	-
(11) D. tran. de la sup. articular inf.	-	-	62,6	-	-	-	6,24	-	-	-	-	-	-	-

Paraná	113	140	180	307	368	389	389	503	506	503	600	967	1035
(1) Long. absoluta	-	-	-	-	225,3	-	-	-	-	-	-	-	-
(2) D. tran. de la cabeza	30,0	31,5	24,7	-	22,8	30,2	-	-	33,3	-	12,0	11,2	30,0
(3) D. tran. del molleto externo	-	-	-	21,2	10,5	-	24,6	21,2	-	26,2	-	-	-
(4) D. trans. del cuerpo.	16,6	-	-	-	15,5	12,6	-	-	-	-	7,6	9,5	13,1

Calcáneo	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t
	91	175	107	13	244	513	607	652	727	1252	1271	1290	1496			
(1) Long. absoluta	54,4	94	95,7	99,7	85,2	-	103,4	-	48,3	-	-	114,3	-	96	U.spelaeus	
(2) Long. del borde ant.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(3) D. tran. de la tuberosidad.	37,2	-	30,9	39,5	30,0	-	40,7	-	39,0	-	-	43,9	-	37,2		
(4) D. ant. post. de la tuberosidad	40,9	58,9e)	37,0	41,7	36,5	-	39,3	-	40,0	-	-	45,6	-	39,6		
(5) D. tran. máximo del hueso.	46,7	51e)	-	55,3	45,3	52,5	52,2e)	-	51,5	45,4	37,7	62,4	27,2	51,1		
(6) D. ant. post. máximo del hueso	44,2	47,5	48,5	47,2	43,8	51,8	52,3	-	50,8	44,2	34,3	57,0	28,0	-		
Calcáneo	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	1680	1995	2333	2456	2508	2572	2619	2981								
(1) Long. absoluta	-	-	103,7	9	98	-	10	37	8	76	8	87				
(2) Long. del borde ant.	-	-	-	4	85	3,84	4	56	4	22	4	3,6				
(3) D. tran. de la tuberosidad.	-	-	36,2	3	7,4	3,48	-	3	39	3	32					
(4) D. ant. post. de la tuberosidad.	-	-	40,8	3	29	-	4	10	3	80	-					
(5) D. tran. máximo del hueso.	-	-	53,1	6	68	-	6	99	5	7,1	7	1,1				
(6) D. ant. post. máximo del hueso.	37,5	49,6	51,2	4	63	-	5	28	4	66	5	21				

ASTRAGALO	s	s	s	s	s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	46	108	111	147	196	26	151	261	535	583	1065	1453	1481	1600	1897	
(1) Long. absoluta	48,1	63,3	59,7	48,8	49,6	62,6	62,9	47,6	61,0	50,2	40,1	52,6	56,7	31,5	42,6	
(2) Long. de la pata	35,3	47,3	49,8	40,3	37,5	47,3	53,5	38,8	50,0	36,9	39,5	42,6	43,6	22,2	35,0	
(3) D. máx. tran. del cuerpo	52,1	71,4	64,2	50,0	50,1	65,0	67,5	52,3	57,0	50,3	54,8	52,7	58,8	32,2	52,3	
(4) D. ant. post. del cuerpo	31,2	40,0	35,9	31,9	32,4	39,8	39,4	29,7	36,0	31,3	31,0	34,3	37,3	18,7	24,4	
(5) D. tran. de la pata	32,5	42,5	37,0	34,4	34,0	43,4	37,3	33,8	32,4	32,4	36,0	36,2	36,6	23,7	26,3	
(6) D. tran. del cuello	29,7	35,9	33,6	32,7	30,5	39,3	37,2	31,0	35,0	31,0	29,7	31,0	31,0	22,9	26,0	
(7) D. ant. post. del cuello	20,4	24,9	25,0	22,7	23,4	27,6	30,7	20,9	25,5	21,3	21,0	23,0	26,8	-	19,7	
(8) D. tran. de la cabeza	-	40,2e)	38,5	34,4	35,5	41,0	41,0	31,3	37,0	33,7	32,2	36,0	36,7	23,2	29,9	
(9) D. ant. post. de la cabeza.	-	-	25,7	23,6	21,8	29,4	30,0	21,0	27,0	20,7	30,0	25,7	27,5	-	18,3e)	

Astrágalo *	s	s	t	t	t	t	Astrágalo *	s	t	t
	267	252	2339	2352	2674	2993		232	2416	2854
(1) Long. absoluta	5,54	-	49,1	34,0	5,99	6,67	(1) Long. absoluta	5,3	3,4	4,45
(2) Long. de la pata.	3,97	-	36,3	24,3	3,69	3,99	(2) Long. de la pata.	2,44	1,05	-
(3) D. máx. tran. del cuerpo.	6,22	-	52,4	38,5	5,69	5,29	(3) D. máx. tran. del cuerpo.	6	3,53	3,15
(4) D. ant. post. del cuerpo.	4,20	3,63	33,5	19,5	3,76	3,90	(4) D. ant. post. del cuerpo.	3,41	2,33	2,18
(5) D. tran. de la pata.	2,25	-	30,8	22,3	1,95	2,27	(5) D. tran. de la pata.	2,66	1,78	1,49
(6) D. tran. del cuello.	3,66	-	27,7	22e)	3,97	4,10	(6) D. tran. del cuello.	3,67	2,24	2,4
(7) D. ant. post. del cuello.	2,43	-	23,1	17,4	2,05	2,17	(7) D. ant. post. del cuello.	2,79	2,01	1,95
(8) D. tran. de la cabeza.	4,49	3,65	32,4	25,0	4,12	4,34	(8) D. tran. de la cabeza.	3,77	2,19	3,59
(9) D. ant. post. de la cabeza.	2,90	2,61	23,9	-	2,50	3,50	(9) D. ant. post. de la cabeza.	2,4	0,84	3,15

—

Cubito													
	12	43	40	90	141	142	152	159	167	179	18	41	44
(1) Long. absoluta.	150,1	-	-	-	133,5	-	-	-	-	-	-	-	302,8
(2) Alt. de la cavidad sigmoidea mayor.	54,5	-	-	-	33,4	-	-	53,0	27,0	59,2	52,3	-	52,0
(3) D. mayor ant. post. del oléoron.	82,4	23,3	21,2	-	21,0	-	-	64,0	17,2	82,2	64,9	-	68,5
(4) D. menor ant. post. del oléoron.	53,3	21,8	22,0	-	23,6	-	51,0	42	16,4	45,2	42,2	-	44,1
(5) D. tran. de la cumbre del oléoron.	37,9	22,6	22,1	-	20,3	-	-	19,0	33,0	35,2	-	-	33,3
(6) D. ant. post. del cuerpo del cubito.	48,5	21,0	20,5	44,6	20,5	-	41,6	40,7	15,2	-	-	35,8	37,6
(7) Long. de la cresta ant. del oléoron.	29,3	-	-	-	-	-	20,0	-	24,9	19,7	-	-	20,7
(8) D. mayor de la gran cavidad sigmoidea.	67,0	30,5	-	-	-	-	56,3	52,5	22,2	37,2	59,6	55,9	55,2
(9) D. tran. de la cavidad sigmoidea menor.	42,8	-	-	-	-	-	42,5	41,4	-	-	40,7	41,7	37,1
(10) D. ant. post. de la epífisis estiloides del cubito.	52,9	-	-	42,4	-	39,2	-	-	-	-	-	42,0	42,4

U. spelaeus

Cubito													
	1715	1930	1970	2325	2545	2550	2093	2857	247	250	254	299	309
(1) Long. absoluta.	-	-	-	381,7	-	-	-	31,7	247	250	254	299	309
(2) Alt. de la cavidad sigmoidea mayor.	-	-	-	68,7	3,82	-	-	3	61	-	-	-	-
(3) D. mayor ant. post. del oléoron.	-	-	-	66,0	-	-	-	6	5	-	23,2	-	23,0
(4) D. menor ant. post. del oléoron.	-	41,2	-	53,0	3,33	-	-	4	42	-	-	17,5	-
(5) D. tran. de la cumbre del oléoron.	-	37,1	-	44,6	-	-	-	7	1	-	-	19,9	-
(6) D. ant. post. del cuerpo del cubito.	30,2	38,2	-	56,5	2,67	-	4,05	4	26	-	-	17,0	-
(7) D. mínimo de la cavidad sigmoidea mayor.	-	-	-	2,25	-	-	-	2	58	20,1	-	16,7	16,3
(8) Long. de la cresta ant. del oléoron.	-	-	-	29,3	5,25	-	-	3	24	-	-	-	-
(9) D. mayor de la gran cavidad sigmoidea.	-	52,0	-	70,5	-	-	-	4	2	-	-	-	-
(10) D. tran. de la cavidad sigmoidea menor.	-	41,0	-	49,2	-	-	-	3	65	-	-	-	-
(11) D. ant. post. de la epífisis estiloides del cubito.	-	-	42,5	57,1	-	5,58	5,62	4	32	-	43,0	-	-
Radio													
	26	45	43	67	100	120	122	156	169	401	312	316	360
(1) D. tran. de la cabeza.	-	-	-	-	-	48,5	-	53,1	-	-	39,5	-	-
(2) D. tran. del cuello.	54,3	-	-	-	-	30,3	-	40,0	-	-	27,6	-	-
(3) D. tran. de la fosa radial.	38,5	-	-	-	-	44,3	-	44,3	-	-	-	-	-
(4) D. ant. post. de la cabeza.	40	-	-	-	-	35,5	-	42,1	-	-	29,7	-	-
(5) D. tran. del cuerpo.	-	56,8	-	-	23,0	-	-	40,5	-	-	27,5	-	-
(6) D. tran. de la epífisis inf.	-	73,0	-	65,5	50,5	-	64	-	-	74,0	61,0	52,3	-
(7) D. tran. de la sup. articular inf.	-	45,0	-	44,0	-	-	40,6	-	56,0	52,0	-	35,8	-
(8) D. ant. post. de la epífisis inf.	-	47,6	38,0	-	27,4	-	-	-	-	47,6	-	35,3	33,6
(9) D. ant. post. de la sup. articular inf.	-	35,0	-	-	-	-	-	-	39,2	49,2	-	-	-

I Metacarpiano	t-7	t-112	t-2161	t-2759
(1) Long.abar.uta	58,3	-	66,0	64,3
(2) Alt.epif.inf.	15,5	-	20,7	15,1
(3) Alt.aria.med.	10,6	-	-	-
(4) D.tr.ext.sup.	22,1	14,8	17,5	-
(5) D.ant-pust.ext.sup.	17,6	24,0	27,4	-
(6) D.tr.cuorpo	13,6	13,3	15,0	14,5
(7) D.tr.epif.inf.	17,8	-	22,5	20,1
(8) D.ant-pos.ep.inf.	9,8	-	11,3	17,0
(9) D.trans.sup.art.	17,2	-	22,1	-
(10) D.ant-pos.art.med.	16,9	-	13,5	-
(11) D.ant-pos.cond.	13,9	-	15,9	-

II Metacarpiano	t-81	t-173	t-10	t-172	t-259	t-292	t-419	t-674	t-722	t-770	t-1109	t-1137	t-1705
(1)	61,6	-	59,3	-	21,5	62,5	-	22,0	73,2	72,7	72,2	-	63,6
(2)	15,6	-	17,2	-	22,6	19,7	-	19,6	20,0	17,0	16,4	-	17,0
(3)	11,2	-	11,2	-	-	14,3	-	13,0	12,0	13,0	-	-	12,7
(4)	15,7	13,1	15,8	15,1	22,5	17,8	18,3	55,5	16,7	17,4	19,3	13,6	16,2
(5)	22,1	19,8	22,5	23,6	31,9	24,3	31,0	25,5	22,0	26,6	27,0	21,5	24,3
(6)	13,6	11,3	14,8	11,4	20,0	19,7	11,0	17,2	25,8	15,8	10,1	15,0	11,5
(7)	20,8	-	21,6	20,0	20,2	23,8	-	21,2	22,5	21,9	25,8	-	21,0
(8)	11,4	-	11,0	11,5	13,4	13,7	-	17,2	13,5	14,3	16,7	-	11,0
(9)	20,0	-	19,3	-	22,5	20,6	-	16,6	18,0	21,0	20,0	-	-
(10)	18,5	-	18,0	-	19,1	-	-	16,6	18,0	21,0	20,0	-	-
(11)	14,0	-	13,6	-	17,3	20,1	-	12,8	13,2	17,4	16,3	-	12,6

III Metacarpiano	t-120	t-127	t-210	t-254	t-362	t-461	t-648	t-682	t-754	t-1011	t-2035	t-2148
(1)	66,3	66,0	61,8	75,0	75,3	-	-	62,0	-	-	73,0	70,5
(2)	19,6	22,2	-	-	24,3	-	-	21,6	-	-	18,6	18,0
(3)	12,5	-	14,7	-	15,5	-	-	16,4	-	-	13,1	13,0
(4)	13,9	13,7	21,2	21,7	28,0	20,5	16,6	20,4	19,0	14,6	17,2	20,7
(5)	22,2	24,8	30,8	30,4	30,6	32,0	25,6	31,2	28,0	21,8	-	32,1
(6)	14,7	-	19,3	17,9	19,5	13,4	17,2	17,8	17,2	12,5	17,4	19,6
(7)	21,8	-	28,6	23,0	29,4	-	22,4	19,6	-	-	23,5	26,4
(8)	16,8	13,4	15,4	13,0	13,7	-	13,6	14,0	-	-	14,3	14,0
(9)	18,5	18,0	23,5	-	24,1	-	-	24,0	-	-	20,5	22,8
(10)	18,2	18,0	22,6	-	22,9	-	-	22,1	-	-	20,1	21,5
(11)	17,6	15,4	18,0	18,0	-	-	15,9	-	-	-	18,0	18,1

IV Metacarpiano	t	t-227	t-675	t-750	t-942	t-1360	t-1701	t-1963	t-2067	t-2175	t-2181	t-2289	t-2361	t-2412
(1)	85,6	79,0	71,0	91,2	83,6	93,2	86,5	79,0	-	84,3	74,4	76,9	-	-
(2)	23,2	20,5	19,2	25,6	23,3	24,5	25,0	22,0	-	27,2	23,3	-	-	-
(3)	14,5	15,0	13,8	18,4	15,7	16,9	16,6	-	16,5	15,0	-	-	15,5	-
(4)	23,5	22,4	25,2	23,0	25,4	23,1	20,3	21,0	24,4	19,8	22,8	21,3	24,0	10,7
(5)	24,8	30,3	14,3	37,3	32,6	34,0	30,8	34,0	24,4	28,3	31,7	25,6	-	15,2
(6)	19,6	17,3	20,5	21,6	20,6	19,3	19,2	20,6	22,6	17,5	19,3	17,0	18,2	9,7
(7)	30,0	26,0	12,1	31,0	27,2	28,6	25,1	27,2	30,8	33,2	-	-	25,7	-
(8)	14,4	12,7	17,8	15,0	14,5	13,4	14,7	-	17,4	13,1	-	-	12,3	-
(9)	25,2	21,9	19,2	26,0	25,3	24,8	22,5	-	26,2	21,9	-	-	23,1	-
(10)	23,6	21,8	22,6	25,3	23,3	23,7	21,3	-	24,3	20,1	-	-	23,7	-
(11)	19,3	17,2	18,0	18,7	17,7	19,2	17,6	-	17,2	14,5	-	-	17,8	-

V Metacarpiano	t	t-21	t-215	t-45	t-101	t-269	t-298	t-354	t-417	t-452	t-465	t-2139	t-1412	t-2173	t-2413
(1)	74,5	71,2	-	-	91,8	92,9	81,3	-	89,2	90,3	76,9	-	-	78,6	-
(2)	22,2	-	22,4	-	24,0	22,7	25,2	-	27,1	26,1	22,0	-	-	21,3	-
(3)	12,8	-	14,0	-	14,8	15,3	14,8	-	15,4	14,4	13,7	-	-	21,3	-
(4)	23,6	23,6	21,4	25,0	33,0	31,1	25,2	15,4	35,0	24,3	25,0	15,2	26,4	13,6	-
(5)	30,9	27,0	27,4	13,0	33,4	32,0	32,0	19,6	20,2	31,4	29,8	19,7	33,0	14,8	-
(6)	16,2	15,7	17,9	-	22,5	20,9	18,4	12,0	21,0	41,0	16,2	10,7	17,2	9,2	-
(7)	22,3	-	25,7	-	21,2	23,7	25,6	-	25,8	28,5	25,2	-	-	26,3	-
(8)	11,8	-	12,0	-	16,3	14,2	14,2	-	14,3	15,5	12,2	-	-	26,3	-
(9)	21,7	-	24,3	-	20,6	26,3	22,2	-	24,4	25,5	25,1	-	-	26,3	-
(10)	18,0	-	20,3	-	22,6	21,2	17,0	-	22,3	23,5	19,1	-	-	20,6	-
(11)	12,7	-	13,8	-	16,7	16,1	14,0	-	17,0	17,5	14,2	-	-	15,7	-

I Metatarsiano

	t-169	t-293	t-372	t-404	t-461	t-577	t-660	t-775	t-820	t-1249	t-1862	t-2217	t-2275
(1)	57,4	58,0	61,4	48,0	58,3	68,6	-	54,4	49,5	58,3	58,5	51,9	57,3
(2)	17,2	16,2	13,7	13,0	13,3	16,4	-	15,4	15,2	14,3	13,6	13,5	18,0
(3)	11,8	10,7	12,2	9,5	12,3	-	-	10,7	9,6	10,0	10,0	8,5	13,0
(4)	24,3	23,7	28,2	19,5	34,7	24,9	17,0	24,7	20,0	22,0	20,4	19,5	22,7
(5)	70,0	22,7	24,3	16,7	15,5	25,5	21,4	24,0	18,8	18,6	16,3	19,1	23,1
(6)	12,9	12,9	14,3	10,6	13,3	13,0	1,6	12,4	9,5	12,8	12,0	9,8	12,6
(7)	18,4	17,7	19,8	15,7	19,0	19,0	-	18,0	14,4	13,6	15,7	15,3	18,6
(8)	13,5	17,4	19,5	15,4	17,8	19,3	-	18,0	14,1	18,4	15,2	15,1	17,9
(9)	11,9	10,7	12,8	9,3	10,4	10,1	-	10,9	8,4	10,5	10,0	10,0	11,3
(10)	15,5	15,2	18,0	14,0	16,9	16,8	-	16,3	14,3	16,0	14,3	13,2	16,8
(11)	12,4	13,1	13,2	11,0	13,0	13,0	-	13,8	10,9	12,4	11,2	11,6	13,2

II Metatarsiano

	t-752	t-712	t-916	t-992	t-1307	t-1421	t-1411	t-1433	t-1525	t-1552	t-1546	t-1809	t-2163	t-2370	t-2420
(1)	77,0	71,9	89,1	93,1	76,1	-	-	-	75,3	62,3	72,2	-	75,2	55,2	-
(2)	18,1	15,2	18,5	19,3	19,2	-	-	-	15,7	11,3	15,4	-	17,4	16,0	-
(3)	13,6	13,2	12,4	12,6	12,8	-	-	-	13,1	13,0	13,4	-	13,2	9,8	-
(4)	18,8	15,0	15,7	17,2	17,3	11,6	15,0	11,2	19,7	14,4	17,0	10,4	16,5	13,4	11,3
(5)	45,2	38,4	25,7	27,4	27,7	13,4	20,0	21,7	31,9	27,4	28,7	-	30,4	-	17,0
(6)	16,7	16,3	18,5	15,8	18,5	19,7	14,2	12,2	15,4	14,0	15,1	16,3	16,5	17,0	-
(7)	21,3	24,5	22,4	23,2	20,4	-	-	-	21,3	19,5	18,2	-	23,0	18,2	-
(8)	11,7	12,2	12,8	13,4	10,4	-	-	-	12,8	11,0	10,3	-	13,7	12,5	-
(9)	21,0	20,4	19,4	20,4	10,0	-	-	-	20,9	17,7	17,4	-	20,1	16,5	-
(10)	19,3	17,0	18,5	17,3	13,7	-	-	-	19,3	16,3	16,1	-	14,7	-	-
(11)	14,0	11,8	12,8	13,6	12,3	-	-	-	13,8	12,4	13,3	-	14,6	-	-

III Metatarsiano

	t-209	t-721	t-929	t-1015	t-1217	t-1240	t-1295	t-1704	t-1745	t-1861	t-2346
(1)	-	78,2	86,3	77,3	81,5	83,0	80,6	82,7	82,2	82,0	76,0
(2)	-	19,4	17,4	17,0	14,7	17,0	16,6	26,7	22,3	28,5	17,3
(3)	-	13,0	11,1	13,0	14,5	13,7	12,7	14,7	14,7	14,0	14,0
(4)	16,5	19,0	18,2	17,0	20,4	20,8	20,8	17,6	21,0	22,2	16,5
(5)	31,0	32,1	29,0	30,7	33,3	24,3	31,0	31,0	-	-	-
(6)	17,0	16,9	17,0	16,8	18,4	18,4	15,2	19,1	17,8	18,4	16,6
(7)	-	21,4	22,0	24,4	24,3	23,3	22,5	22,7	22,0	24,9	22,1
(8)	-	33,5	12,5	12,5	12,5	12,2	13,1	12,3	12,7	12,7	14,4
(9)	-	20,2	17,6	19,9	20,8	22,2	20,8	15,0	23,3	19,6	19,3
(10)	-	19,7	18,4	17,0	19,1	20,0	20,4	14,6	20,0	12,6	18,6
(11)	-	15,0	13,4	13,4	13,9	15,3	14,6	12,8	14,7	15,3	14,0

IV Metatarsiano

	t-377	t-719	t-720	t-833	t-950	t-1018	t-1250	t-1251	t-1255	t-1298	t-1372	t-1851	t-2090
(1)	86,5	92,4	78,6	73,6	66,7	76,0	81,3	95,2	-	-	-	-	-
(2)	23,4	22,8	17,6	20,2	20,9	19,1	17,1	23,8	-	-	-	-	-
(3)	15,3	14,3	13,6	11,2	14,3	12,3	13,0	17,3	-	-	-	-	-
(4)	20,3	22,7	18,6	18,6	21,1	17,2	19,4	24,8	18,3	18,9	28,0	19,1	18,0
(5)	31,4	31,9	30,0	25,2	30,2	27,5	29,8	35,8	25,3	30,6	29,0	31,2	33,6
(6)	19,2	18,3	15,9	16,1	18,6	15,3	15,3	20,5	14,1	15,7	18,1	-	18,3
(7)	25,3	25,3	21,7	21,7	24,8	21,6	-	28,6	21,8	-	-	-	-
(8)	15,0	13,4	11,0	11,2	12,2	12,5	17,4	15,5	15,7	-	-	-	-
(9)	24,3	23,0	20,3	19,7	22,5	20,3	-	25,5	-	-	-	-	-
(10)	21,2	20,1	16,5	17,2	20,2	17,2	18,1	24,7	-	-	-	-	-
(11)	15,8	17,0	13,4	12,1	14,5	13,2	13,0	17,4	-	-	-	-	-

Primera falange	243	2482	2451	2571	2585	2590	2599	2722	2765	2828	2832	2861	U.spelaeus
(1) Long. absoluta.	-	-	-	-	-	4,76	-	-	-	-	4,93	5	
(2) Alt. de la tróclea	0,81	0,57	0,55	0,55	-	0,92	0,91	-	-	-	1,13	1,03	
(3) D. tran. de la ex. sup.	-	-	-	-	2,37	1,77	-	2,50	1,85	2,30	1,34	1,7	
(4) D. ant. post. ex. sup.	-	-	-	-	1,57	1,53	-	1,52	1,30	1,18	1,74	2	
(5) D. tran. tróclea	0,77	0,75	0,61	0,95	-	0,88	0,75	-	-	-	0,73	0,95	
(6) D. tran. ext. inf.	1,5	1,40	1,31	1,72	-	1,72	1,77	-	-	-	1,33	1,74	
(7) D. ant. post. del cóndilo extenso.	0,77	0,85	-	1,15	-	1,21	1,05	-	-	-	1,11	1,36	
(8) D. tran. del hueso.	1,33	1,17	1,03	1,57	-	1,5	1,53	-	-	-	1,12	1,51	
(9) D. ant. post. del hueso.	0,71	0,75	-	-	-	1,42	0,93	-	-	-	1,24	1,63	

[illegible]

U. spelaeus

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1ª. Falange	229	2172	2183	2327	2342	27	3	2360	2376	2394	2395	2411
(1) long. absoluta.	4,72	42,10	43,95	42,35	43,00	50,65	37,75	47,00	47,10	29,10	47,70	
(2) Altura de la cresta.	1,43	7,80	12,30	9,70	11,20	6,90	7,35	10,05	10,65	11,05	11,85	
(3) Diam. trans.de la ex- tremidad superior.	2,74	24,40	27,15	23,40	20,10	15,75	22,10	27,30	27,30	20,00	22,35	
(4) Diam. ant.post. de la extremidad superior.	1,41	17,40	18,15	16,55	13,35	11,45	15,40	19,45	19,55	14,35	16,50	
(5) Diam. trans.de la tro- clo.	1,24	13,90	16,00	14,00	13,45	9,50	11,95	15,50	15,35	13,05	14,70	
(6) Diam. trans.de la ex- tremidad inferior.	1,54	17,70	21,50	10,20	15,00	12,25	16,80	20,25	21,10	14,50	16,00	
(7) Diam. ant.post. del cóndilo interno.	1,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(8) Diam. ant.post. del cóndilo externo.	1,19	10,43	11,95	10,45	11,00	8,00	9,65	11,45	11,50	10,70	12,10	
(9) Diam.trans. del hueso.	1,70	17,75	17,90	16,40	13,55	10,10	14,30	18,90	19,45	12,70	14,55	
(10) Diam.ant.post. del hueso.	1,18	11,60	12,25	12,35	10,90	9,15	12,75	13,00	13,00	10,65	11,80	

[illegible]

Max. inferior

	S	R	R	R	R	R
	12	13	14	15	16	17
(1) D. entre los centros en las superf. condilares.	-	-	70,0	-	-	70,0
(2) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel del M1.	14,1	15,2	14,1	14,2	-	14,1
(3) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel de la parte post. de la sínfisis.	-	10,0	9,6	8,6	-	9,6
(4) Dimensiones del cuerpo mandibular entre la sínfisis y el centro del borde ext. del ángulo del mentón.	-	11,6	11,6	10,4	-	-
(5) Long. mandíbula, gonión bor. anterior de sínfisis.	-	235,5	195,2	177	-	195,2
(6) Long. centro post. del condilo a borde ant. sínfisis.	-	212,4	211,2	184,5	-	211,2
(7) Dist. borde ant. sínfisis mandíbula a ángulo post. apófisis coronoideas.	-	69,4	83,6	-	-	83,6
(8) Vertical rama ascendente mandibular.	-	115,6	107,6	-	-	107,6
(9) Alt. rama horizontal a nivel de M1.	-	26,7	26,0	25,6	23,7	26,0
(10) Alt. rama horizontal en la parte post. de la sínfisis.	-	18,2	17,4	16,8	-	17,4

Capra ibex

	t
	122
Maxilar inferior	
(1) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel del M1	20,3
(2) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel de la parte post. de la sínfisis.	20,7
(3) Long. del cóndilo	30,3
(4) Rama ascendente mandibular	58,6
(5) Rama horizontal al nivel de M2	32,0
(6) Rama horizontal a sínfisis.	33,1

Molares inferiores M₂

	Longitud	Anchura
R-12	7,0	6,8
R-13	7,5	6,6
R-14	8,2	5,4
R-15	8,0	5,5
R-16	8,0	6,2
R-17	8,2	5,4
t-2219	10,7	7,2
t-2239	10,6	7,3
t-2257	9,6	6,3
t-2284	10,1	6,7

Molares inferiores M₁

	Longitud	Anchura
R-12	13,8	
R-13	12,0	
R-14	11,4	8,4
R-15	12,5	8,0
R-16	12,0	7,7
R-17	11,4	8,4
t-2208	14	8,3
t-2249	14	8,8
t-2313	14	8,5

Molares superiores M₂

	Longitud	Anchura
R-1	10,0	10,0
R-51	8,7	8,0

	R	R	R	R	R	R	R
	34	35	36	37	38	39	40
(1) Long. absoluta de la escápula.	23	23	23	17,5	17,5	10	10
(2) Long. del borde adherente de la espina.	17,5	17,5	16,5	14,5	14,5	8	8
(3) Long. de la espina.	18,5	18,5	20	15	15	8,5	8,5
(4) Anch. del omóplato.	13,7	13,7	14,3	11,3	11,3	6,5	6,4
(5) Anch. máxima de la fosa subescapular.	2,9	2,9	-	2,2	2,2	1,8	1,8
(6) Anch. del cuello.	3,1	3,1	3,1	2,2	3,2	1,5	1,5
(7) D. ant. post. de la cavidad glenoidal.	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	2,10	2,10
(8) D. ant. post. máximo de la epifisis articular de la escápula.	4,5	4,5	4,5	3,7	2,7	2,58	2,58
(9) D. tran. de la cavidad glenoidal.	3,26	3,25	3,34	2,50	2,5	1,90	1,90
(10) Anch. de la sup. acromial.	0,45	0,45	-	0,35	0,35	0,30	0,30
(11) Alt. del borde montante del acromión.	2,8	2,8	2,6	2,2	2,2	1,5	1,5

C. ibex

Húmero	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21
(1) Long. absoluta.	215,0	224,0	240,0	222,0	115,0	115,0	214,0	195,0	195,0	-	-	-
(2) D. ant. post. de la cabeza.	37,3	41,7	56,5	41,7	-	-	37,3	33,4	33,4	-	-	-
(3) D. ant. post. de la ext. inf.	64,5	65,0	60,0	65,0	-	-	64,5	53,0	53,0	-	-	-
(4) D. tran. de la cabeza	47,6	47,6	65,6	47,6	-	-	47,6	38,7	38,7	-	-	-
(5) D. tran. extremidad sup.	51,7	53,0	65,5	53,0	-	-	51,7	93,6	93,6	-	-	-
(6) D. tran. del cuerpo.	23,9	23,0	30,7	23,0	13,0	13,0	23,9	18,0	18,0	-	-	-
(7) D. tran. al nivel del tuberculo deltoides.	28,5	30,0	33,6	30,0	15,7	15,7	28,5	24,3	24,3	-	-	-
(8) D. tran. máx. ext. inf.	45,0	46,3	66,0	46,3	35,5	35,5	45,0	36,0	36,0	57,5	53,4	-
(9) D. tran. inf. troclea.	40,4	40,4	56,5	40,4	-	-	40,4	32,2	32,2	40,5	35,0	-
(10) D. tran. sup. troclea.	20,0	17,0	45,3	17,5	-	-	20,0	17,0	17,0	21,6	-	-
(11) D. vertical máx. de la troclea.	26,0	27,0	42,0	27,0	-	-	26,0	22,4	22,4	40,0	-	-
(12) D. tran. máx. de la sup. articular (cara anterior)	41,0	43,0	71,0	43,0	34,7	34,7	41,0	35,5	35,5	49,0	53,2	-
(13) Alt. del gran trocánter.	26,5	27,3	-	27,3	-	-	26,5	21,5	21,5	-	-	-
(14) Long. del gran trocánter.	50,0	50,4	50,4	50,4	-	-	50,0	38,7	38,7	-	-	-
(15) Anch. de la gotera bicipital.	13,0	17,0	17,0	17,0	-	-	13,0	12,0	12,0	-	-	-

Cúbito

	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	48	49	50	51	54	55	58	59	59	59	59	59
(1) Long. absoluta.	250,0	250,0	245,0	245,0	-	-	-	-	-	-	-	-
(2) Alt. de la cavidad sigmoides mayor.	-	-	-	-	-	21,0	21,0	21,0	21,0	-	-	-
(3) D. mayor ant. post. del olecranon.	40,0	40,0	38,0	38,0	30,5	30,5	29,0	24,0	24,0	-	-	-
(4) D. menor ant. post. del olecranon.	25,6	25,6	24,5	24,5	18,4	18,4	15,0	15,0	15,0	-	-	-
(5) D. tran. de la cumbre del olecranon.	17,0	17,0	15,0	15,0	11,8	11,8	9,3	9,3	9,3	-	-	-
(6) D. ant. post. del cuerpo del cúbito.	12,7	12,7	12,7	12,7	11,5	11,5	7,0	7,0	7,0	-	-	-
(7) D. mínimo de la cavidad sigmoides mayor.	13,0	13,0	14,0	14,0	13,0	13,0	11,5	11,5	11,5	-	-	-
(8) Long. de la cresta ant. del olecranon.	50,5	50,5	45,6	45,6	34,7	34,7	16,0	16,0	16,0	-	-	-
(9) D. mayor de la gran cavidad sigmoides.	30,6	30,6	30,1	30,1	23,5	23,5	16,5	16,5	16,5	-	-	-
(10) D. ant. post. de la apófisis estiloides del cúbito.	11,7	11,7	11,7	11,7	-	-	-	-	-	-	-	-

Radio

	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	46	49	50	51	52	53	56	57	60	61	62	62
(1) Long. absoluta del radio.	22,5	22,5	21,5	21,5	19,3	19,3	110,0	110,0	-	-	-	-
(2) D. tran. de la cabeza	43,0	43,0	42,5	42,5	35,2	35,2	-	-	-	-	-	-
(3) D. tran. del cuello	32,6	32,6	31,5	31,5	27,5	27,5	22,4	22,4	-	-	-	-
(4) D. tran. de la fovea radial	40,0	40,0	40,0	40,0	33,2	33,2	-	-	-	-	-	-
(5) D. ant. post. de la cabeza	23,4	23,4	21,5	21,5	18,4	18,4	14,0	14,0	-	-	-	-
(6) D. tran. del cuerpo	28,0	28,0	26,5	26,5	21,0	21,0	14,3	14,3	-	-	-	-
(7) D. tran. de la epífisis inf.	42,0	42,0	42,0	42,0	35,0	35,0	26,4	26,4	-	-	-	-
(8) D. tran. de la sup. articular inf.	35,0	35,0	35,1	35,1	29,2	29,2	-	-	-	-	-	-
(9) D. ant. post. de la epífisis inf.	28,5	28,5	26,8	26,8	22,0	22,0	-	-	-	-	-	-
(10) D. ant. post. de la sup. articular inf.	16,0	16,0	16,0	16,0	14,0	14,0	-	-	-	-	-	-

Metacarpiano

	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	77	79	80	83	84	85	79	79	79	79	79	79
(1) Long. absoluta	-	155,0	155,0	152,4	152,4	135,7	-	-	-	-	-	-
(2) Alt. de la epífisis inferior.	-	24,0	24,0	24,0	21,2	18,6	-	-	-	-	-	-
(3) Alt. arista mediana	-	17,6	14,4	16,3	14,4	16,2	-	-	-	-	-	-
(4) Long. esp. de la base articular	-	12,0	12,0	13,2	11,3	10,0	-	-	-	-	-	-
(5) D. tran. de la extremidad sup.	34,0	35,7	35,7	35,2	29,3	30,5	34,0	-	-	-	-	-
(6) D. ant. post. extr. sup.	25,6	25,5	25,5	21,4	21,0	20,0	25,6	-	-	-	-	-
(7) D. tran. del cuerpo.	22,7	24,0	24,0	22,0	19,3	18,4	22,7	-	-	-	-	-
(8) D. tran. epífisis inf.	37,3	38,5	38,5	32,6	32,0	31,0	37,3	-	-	-	-	-
(9) D. ant. post. epífisis inf.	17,1	18,7	18,7	17,7	15,9	12,4	17,1	-	-	-	-	-
(10) D. tran. sup. art. interna	19,0	19,0	19,0	17,5	14,6	14,6	19,0	-	-	-	-	-
(11) D. ant. post. arista mediana interna.	21,4	22,8	22,8	22,1	20,2	-	21,4	-	-	-	-	-
(12) D. ant. post. arista mediana externa.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(13) D. ant. post. cond. exc.	-	13,7	13,7	13,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-
(14) Dist. arista part. inf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(15) Dist. arista part. sup.	20,0	17,8	17,8	17,0	16,0	16,3	20,0	-	-	-	-	-

Metatarsiano	R	R	R	R	R	R	C. libex
(1) Long. absoluta	86	87	86	89	90	91	
(2) Alt. de la epifisis inferior.	-	18,0	-	113,0	147,0	153,2	
(3) Alt. arista mediana	-	13,4	-	17,4	15,0	16,5	
(4) Long. escapadura in car-articular	-	11,5	-	13,4	11,4	11,6	
(5) D. tran. de la extre midad sup.	32,0	25,0	32,0	29,6	29,0	25,2	
(6) D. ant. post. extre. sup.	27,4	23,0	27,4	26,2	25,0	23,6	
(7) D. tran. del cuerpo	21,0	16,6	21,0	19,6	19,9	17,2	
(8) D. tran. epifisis inf.	35,1	29,3	35,1	33,4	33,3	-	
(9) D. ant. post. epifisis inf.	17,9	16,6	17,9	17,2	17,8	13,7	
(10) D. tran. sup. art. inter na.	25,4	11,0	15,4	15,5	15,0	12,3	
(11) D. ant. post. arista me diana interna.	21,3	19,3	21,3	21,7	21,7	19,6	
(12) D. ant. post. arista me diana externa.	-	-	-	-	-	-	
(13) D. ant. post. cond. ex.	-	14,8	-	13,1	12,3	12,0	
(14) Dist. aristas part. inf.	-	-	-	-	-	-	
(15) Dist. aristas part. sup.	18,8	14,6	18,8	16,5	17,6	14,6	

Metapodas	S	S	S	S	S	t	t
(1) Long. absoluta	99	122	210	214	210	478	555
(2) Alt. de la epifisis inferior	-	-	-	-	-	-	174,2
(3) Alt. arista mediana	14,3	18	13,7	-	13,4	17,7	16
(4) Long. escapadura in car-articular	-	-	-	-	-	-	13
(5) D. tran. de la extre midad sup.	-	-	-	-	-	-	30,8
(6) D. ant. post. extre. sup.	-	-	-	-	-	-	23,9
(7) D. tran. de cuerpo	-	-	-	-	-	-	21,7
(8) D. tran. epifisis inf.	-	-	-	-	-	-	35,5
(9) D. ant. post. epifisis inf.	-	-	-	-	-	-	18,5
(10) D. tran. sup. art. inter na.	10,5	16,6	10	13	10	12,5	11,1
(11) D. ant. post. arista me diana interna	16	21	15	18	15	14,3	21,9
(12) D. ant. post. arista me diana.	-	-	-	-	-	-	20,2
(13) D. ant. post. cond. ex.	9,5	14	-	-	-	11,6	14,8
(14) Dist. aristas part. inf.	-	-	-	-	-	-	17,4
(15) Dist. aristas part. sup.	-	-	-	-	-	-	13,7

Primera Falange	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	S	T	T	T
(1) Long. absoluta.	99	100	109	94	97	102	106	100	110	111	90	1955	1244	1343
(2) Alt. de la tróclea	45,4	47,4	51,2	51,1	45,8	45,3	50,4	47,6	47,9	47,5	49,0	45,0	48,7	52,8
(3) D. tran. de la ex. sup.	11,4	12,0	12,0	11,7	12,4	10,6	13,4	11,6	12,3	13,1	12,0	10,3	12,5	11,6
(4) D. ant. post. ex. sup.	14,3	14,3	17,6	17,6	14,2	15,3	20,6	18,0	10,5	10,5	14,0	13,0	10,6	19,7
(5) D. tran. tróclea.	17,0	18,0	21,1	20,4	17,6	18,2	22,3	19,6	20,7	20,0	19,9	17,2	21,2	22,5
(6) D. tran. ext. inf.	12,5	13,5	15,7	15,0	14,0	15,2	17,0	15,3	17,5	16,7	13,2	10,5	16,3	14,0
(7) D. ant. post. del con dilo ext.	13,4	13,4	15,7	15,7	13,6	15,4	17,7	17,0	17,2	17,5	14,8	12,9	17,5	16,8
(8) D. tran. del hueso.	19,0	10,0	14,0	12,0	12,0	13,4	15,5	14,3	14,5	13,0	-	10,9	15,5	13,4
(9) D. ant. post. del hueso.	11,5	12,0	14,3	13,7	12,2	13,0	16,3	15,7	14,6	15,6	13,1	11,4	15,5	15,0
(10) D. ant. post. del hueso.	11,8	12,4	14,7	13,9	12,6	13,4	17,0	15,9	14,8	15,6	14,4	12,0	15,6	15,7

Segunda Falange	R	R	R	R	S	S	S	S	S	t	t	t	t	t	t
(1) Long. absoluta	100	123	125	127	49	86	195	205	500	501	2227	2269	2271	2277	2205
(2) Alt. de la tróclea	33,3	35,0	28,3	29,5	34,9	31,8	31,2	33,2	32,5	-	34,1	31,8	-	33,6	27,4
(3) D. tran. de la ex. sup.	11,5	11,7	-	9,4	11,7	-	11,7	15,2	12,2	9,2	11,5	12,7	10,6	9,0	9,4
(4) D. ant. post. ex. sup.	19,6	19,8	-	14,2	17,6	19,7	15,8	20,5	10,3	-	18	16,5	-	16,2	14,3
(5) D. tran. tróclea.	18,2	18,7	16,0	14,4	18,9	19,2	17,3	20	10,0	-	17,2	15,8	-	15,1	14,3
(6) D. tran. ext. inf.	13,7	14,0	10,0	10,2	12,6	-	11,9	14,7	12,5	0,6	11,8	11,5	10,5	11,2	10,2
(7) D. ant. post. del condilo ext.	15,0	14,4	-	11,2	-	-	12,9	15,6	14,4	12,3	0,2	12,5	10,0	12	9,7
(8) D. tran. del hueso	11,5	11,7	-	9,5	11,3	-	11	13,6	11,5	-	11	10,8	9,2	11,5	9,4
(9) D. ant. post. del hueso.	14,6	15,4	11,5	11,0	13,8	16,0	12,4	16,2	14,6	10,5	12,5	12,5	10,6	11,8	9,8
(10) D. ant. post. del hueso.	13,0	14,3	-	9,7	12,0	15,2	10,9	15,7	13,8	10,0	11,7	12,0	9,9	10,9	9,6

Tercera Falange	R	R	R	R	R	R	T	T
(1) Long. absoluta.	131	132	133	135	135	137	2259	2730
(2) Long. de la cara sup.	43,8	45,0	40,0	35,0	-	45,2	40,3	4,33
(3) Long. del borde anterior	23,4	26,0	22,0	21,2	17,4	26,0	19,2	2,26
(4) Alt. del hueso en la emi nencia piramidal.	31,2	30,0	-	25,0	-	30,0	29,2	3,00
(5) Long. máxima de la sup. articular.	25,3	25,9	20,7	17,6	-	24,3	25,6	1,97
(6) Anch. máxima del hueso.	15,1	16,0	14,5	13,5	11,7	14,0	13,4	1,41
(7) Anch. máxima de la sup. articular.	14,2	12,1	14,1	10,0	11,2	15,4	14,3	1,32
(8) Anch. máxima de la sup. articular.	13,7	13,2	11,0	10,4	10,1	13,2	11,0	1,26

C. Pelviana	R	R	R	R	R	R	R
	138	139	140	141	142	143	144
(1) Long. absoluta.	220,0	270,0	-	230,0	230,0	-	-
(2) D. de la cresta ilíaca a la caja de la cavidad coxiloidea.	160,0	150,0	150,0	160,5	125,0	-	-
(3) D. de la caja coxiloidea a la tuberosidad del isquión.	150,0	135,0	140,0	140,0	110,0	-	-
(4) Long. de la sínfisis pubiana.	65,0	75,0	85,0	55,0	55,0	-	-
(5) D. mayor hueso descendente del pubis.	46,0	22,0	23,0	21,0	21,0	-	13,0
(6) D. ant. post. del agujero obturador.	54,0	55,0	-	48,5	48,5	-	28,0
(7) D. tran. del agujero obturador.	29,0	20,0	-	25,0	26,0	-	15,0
(8) D. ant. post. de la cavidad coxiloidea.	33,0	33,0	33,5	31,0	31,0	36,0	-
(9) D. tran. de la cavidad coxiloidea.	30,0	30,0	30,0	27,0	27,0	26,0	29,0
(10) D. tran. de la sínfisis.	24,0	23,0	24,5	19,0	19,0	26,0	-
(11) D. ant. post. ramo horizontal del pubis.	15,5	17,5	-	12,0	12,0	-	12,0
(12) Espesor terda inf. palg. de la sínfisis.	7,0	7,0	7,0	5,0	5,0	-	20
(13) Long. de cuerpo del isquión.	63,0	60,0	-	47,0	47,0	-	-

C. ibex

Femur	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	22	23	24	25	26	27	28	29	30
(1) Long. absoluta.	250	260	265	265	223	223	130	130	392
(2) Alt. del labio externo de la troclea.	15,5	15,5	49	49	50	50	-	-	42
(3) Long. intertroclear.	55,9	55,9	66,6	66,6	55,9	55,9	-	-	80
(4) Long. del cuello.	8	8	35,5	35,5	27	27	-	-	60
(5) Gran D. de la extr. sup.	28	28	63	63	52	52	36,2	36,2	120
(6) D. tran. de la cabeza.	22	22	31	31	28	28	-	-	48
(7) D. tran. de la epífisis inf.	38	38	47	47	39	39	-	-	78
(8) D. tran. del cuerpo.	25	25	24	24	20	20	12,6	12,6	37
(9) D. menor tran. de la troclea femoral.	13	13	23	23	18,2	18,2	-	-	40
(10) D. ant. post. de la epífisis ant.	71	71	55	55	51,6	51,6	-	-	47,5
(11) D. tran. de los condílos del femur.	50	50	50	50	42,5	42,5	-	-	60
(12) D. tran. de la fosa intercondilar.	11,7	11,7	13,5	13,5	13,3	13,3	-	-	18
	T. sta				R	R	R	R	R
					42	43	44	45	46
(1) Long. absoluta.					26,5	30,5	30,5	30,6	26,5
(2) Long. de la cresta.					7,7	9,6	9,6	9,6	7,7
(3) D. entre los tubérculos de la espina.					1,15	1,1	1,1	1,1	1,15
(4) D. ant. post. de la extr. sup.					4,6	5,7	5,7	5,2	9,6
(5) Ancho. de la escotadura poplitea.					2,2	2,0	2,8	2,5	2,2
(6) D. tran. del cuerpo.					1,85	2,5	2,5	2,4	1,85
(7) D. tran. máximo de la extr. sup.					4,9	5,0	5,8	5,8	4,9
(8) D. tran. de la epífisis inferior.					3,1	3,90	3,50	3,50	3,1
(9) D. ant. post. de la epífisis inf.					2,5	3	3,0	3,0	2,5
(10) D. ant. post. de la extr. sup. articular inf.					2,15	2,34	2,34	2,34	2,5
(11) D. tran. de la extr. sup. articular inf.					2,3	2,5	2,5	2,5	2,3

Calcáneo	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	t	t	t
	64	65	66	67	68	69	70	71	98	191	194	2272	2307	2382
(1) Long. absoluta.	76	75	72	76	51	-	82,6	82,6	-	59,5	71,2	-	-	76,6
(2) Long. del boro ant.	35	43	-	39	26	-	47	47	45,5	45,7	38	-	-	42
(3) D. tran. de la tuberosidad.	14	19	14,4	-	19,5	10,5	-	20	20	22	20,7	18,6	-	18,6
(4) D. ant. post. de la tuberosidad.	15,6	23,1	21,6	-	23,5	-	-	29	29	25,2	24	23	-	23,9
(5) D. tran. máximo del hueso.	37	36	-	37	-	-	36	36	-	29	28,9	28,8	31	29,1
(6) D. ant. post. máximo del hueso.	29	28	-	29	-	-	27	28	28	-	-	27,5	26,8	-

Astragalo	R	R	R	R	R	S	t	t	t	t
	72	73	74	75	76	208	2044	2230	2305	2418

(1) Long. absoluta	38,0	38,0	38,0	32,0	30,0	-	33,9	37,4	33,3	34,5	Rotula	R	R	R	R
(2) Long. de la cresta	17	17,0	17,8	13,8	15,5	-	21,4	23,1	21,1	21,7		31	31	32	33
(3) D. max. tran. del cuerpo	25,0	25,4	-	-	15,5	-	22,4	-	24,2	24,2	(1) Gran diámetro de la rótula	30	45	45	30
(4) D. ant. post. del cuerpo	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	-	17	-	-	-	(2) Diámetro transversal	39	35	35	25
(5) D. tran. de la polea	17,5	17,5	15,0	15,0	17,5	-	14,6	-	15	16					
(6) D. tran. del cuello	20,0	20,8	20,0	20,0	20,3	-	-	-	21	24,2					
(7) D. ant. post. del cuello	19,0	19,0	17,9	16,8	19,0	-	17,8	-	-	19					
(8) D. tran. de la cabeza	25,0	25,7	22,0	22,0	25,7	-	-	-	23	-					
(9) D. ant. post. de la cabeza	19,0	19,0	17,0	15,0	-	-	18,2	20,6	-	19,3					

CARA LATERAL

L.lynx

Distancia del ángulo frontal del
nasal a la espina posterior del
palatino.

23,1

CARA INFERIOR

MEDICIONES LONGITUDINALES

Anchura tomada sobre las crestas alveolares, entre el último premolar y el primer molar.

35,0

Anchura máxima de las escotaduras palatinas en el centro de los bordes externos.

9,0

Longitud de las escotaduras palatinas.

5,7

CARA SUPERIOR

MEDICIONES LONGITUDINALES

Longitud de la abertura nasal del centro de la escotadura al borde anterior de la sutura incisiva.

25,7

Anchura de la abertura nasal tomada en el borde ascendente de los intermaxilares.

25,4

Maxilar inferior

S
499

(1) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel del M₁

7,6

(2) Espesor de la rama horizontal de la mandíbula al nivel de la parte post. de la sínfisis.

9,1

(3) Dimensiones del cuerpo mandibular entre la sínfisis y el centro del borde externo del borde del canino.

6,7

(4) Altura rama horizontal al nivel de M₁.

17,3

(5) Altura rama horizontal en la parte post. de la sínfisis.

15,7

Longitud Anchura

S-499 P₂ 8,6 4,1
S-499 P₃ 11,7 5,3
S-499 M₁ 13,0 6,0

C D 7,6 d 5,6

Longitud de la serie 30,7

Fémur

S

t

15

2901

(1) Long. intertrocanter. 30

(2) Long. del cuello 17,8

(3) Gran D. de la extr. sup. 39,4

(4) D. tran. de la cabeza 17

(5) D. tran. del cuerpo. 17,6 1,83

Tibia

S

13

(1) Long. absoluta 181,6

(2) Long. de la cresta. 59

(3) D. ant. post. de la extr. sup. 37,4

(4) Anch. de la escotadura poplítea 88

(5) D. tran. del cuerpo. 13,2

(6) D. trans. de la epifisis inf. 25

(7) D. ant. post. de la epifisis inf. 14,2

(8) D. ant. post. de la sup. articular inf. 13

(9) D. tran. de la sup. articular inf. 24,8

Crocota crocuta spelaea

Longitud Anchura

M₁ t-1353 32,8 13,7
P₃ t-1353 20,4 14,8
P₃ t-1353 18,2 15,2
P₄ t-1353 25,8 18,0
P₄ t-1353 24,9 14,7

Garnitura Superior

Longitud Anchura

S-62 39,3 27,3
t-1723 41,1 18,5
t-2916 41,8 23

U. spelaeus

		Cara superior										P
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	
<u>Mediciones longitudinales</u>												
1	Longitud de la extremidad del tubérculo occipital a la cresta coronal sobre la sutura occipital.	142,0	115,5	104,4	127,9	-	-	90,0	131,9	111,5	133,0	
2	Long. de la sutura coronal de la epóna del frontal del nasal. (nasal).	171,5	146,0	143,4	122,5	-	-	146,1	189,0	151,2	156,2	
3	Long. de la sutura nasal del nasión al centro de la epóna nasal.	115,0	111,5	114,5	96,9	-	-	171,1	-	-	110,8	
4	Long. de la epóna frontal del nasal al borde anterior de la sutura incisiva.	479,1	195,0	202,0	194,4	-	-	181,0	214,0	-	199,3	
5	Long. total de la extremidad del tubérculo occipital al borde anterior de la sutura incisiva.	469,1	470,0	415,3	461,0	-	-	368,0	447,9	356,0	452,0	
<u>Mediciones transversales</u>												
1	Distancia entre las protuberancias de las crestas temporales.	101,0	148,5	-	109,6	98,1	103,0	104,3	144,4	176,0	-	
2	Anchura del cráneo al nivel de las bovedas piramidales.	173,3	155,8	153,7	102,2	112,0	112,0	110,0	113,3	95,2	-	
3	Anch. del cráneo al nivel de las epónas temporales.	117,0	79,0	84,1	71,0	-	-	84,2	78,1	64,0	-	
4	Long. máxima de las áreas zigomáticas en su cara externa en el centro de la sutura temporo-occipital.	340,3	294,3	-	155,5	-	-	206,0	246,1	-	-	
5	Dist. entre las epónas zigomáticas de las áreas al nivel de las áreas zigomáticas.	145,0	133,2	123,0	112,2	62,0	-	115,6	141,0	92,2	132,0	
6	Dist. entre agujeros lacrimales.	108,0	103,2	106,4	78,0	-	-	74,0	87,1	78,0	95,0	
7	Distancia entre las bovedas internas de las epónas sub-orbitales.	128,9	98,7	103,5	73,0	-	-	81,9	55,3	78,3	85,9	
8	Long. máxima entre las bovedas internas de las epónas sub-orbitales.	121,5	116,5	95,0	91,7	-	-	91,4	91,9	89,1	106,4	
9	Long. de la epóna nasal desde el centro de la epóna nasal al borde anterior de la sutura incisiva.	118,9	127,0	100,8	94,0	-	-	-	108,3	-	114,0	
10	Long. de la epóna nasal en el borde anterior de la sutura incisiva.	72,6	78,6	59,4	60,3	-	-	54,3	58,0	60,3	71,0	
11	Long. máxima de la epóna nasal.	50,0	40,0	-	35,0	-	-	37,5	37,5	-	-	
<u>Mediciones transversales</u>												
		C-11	C-12	C-13								
(1)		100	78	91								
(2)		70,5	-	-								
(3)		85	-	-								
(4)		110	-	-								
(5)		50,0	-	-								
<u>Mediciones transversales</u>												
(6)		200	100	-								
(7)		120	100	110								
(8)		90	70	60								
(9)		70,0	-	-								
(10)		120	100	90								
(11)		130	-	-								
(12)		100	-	80								
(13)		140	-	-								
(14)		60	-	-								
(15)		80	-	-								

Ca. spelaeus

		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
<u>Mediciones longitudinales</u>														
1	Longitud de la sutura occipital	-	-	-	31,4	-	-	-	28,6	-	-	40	-	-
2	Longitud de la sutura occipital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Longitud de la sutura occipital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Mediciones transversales</u>														
1	Longitud máxima del agujero occipital en la intersección de las bovedas del agujero occipital y el centro de las condilas.	-	-	-	31,1	-	-	-	31,7	-	-	30	-	-
2	Longitud máxima de las áreas zigomáticas.	-	-	-	31,1	-	-	-	31,7	-	-	34	-	-
3	Distancia entre las protuberancias posteriores de las crestas temporales.	340,3	294,3	-	135,8	-	-	206,0	246,1	-	-	21	8,1	-
4	Longitud máxima de las áreas zigomáticas del occipital.	101,0	110,5	-	109,6	98,1	103,0	104,3	144,4	176,0	-	91	-	-

Mediciones verticales	U. spelaeus												
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
- Distancia mínima de la extremidad del tubérculo occipital (inion) a la sutura lambdoide.	67,4	62,0	38,8	70,8	-	-	45,8	60,5	-	50,0	-	-	-
- Distancia del inion sobre el bragma al centro del borde de la escotadura intercondilar.	185,7	170,0	157,6	128,6	-	-	125,5	141,7	132,6	153,0	110	-	-
- Distancia de la sutura coronal sobre el bragma al centro de la escotadura intercondilar.	208,3	205,0	154,0	163,0	-	-	139,6	169,6	155,5	163,4	175	-	-
- Distancia de la sutura coronal sobre el bragma, a la espina posterior del palatino.	219,6	223,6	188,5	175,6	-	-	209,4	227,7	149,6	214,0	225	-	-
- Distancia de la espina posterior del palatino a la apófisis zigomática del frontal.	118	105,7	106,9	110,0	-	-	116,1	134,5	107,3	124,3	130	-	-
- De la apófisis zigomática del frontal a la apófisis orbital de las arcadas zigomáticas.	39,4	54,2	-	43,0	-	-	47,6	41,6	59,3	-	40	-	-
- Del centro del borde orbital del frontal a la apófisis orbital de la arcada zigomática.	64,2	71,8	-	39,4	-	-	37,3	50,7	39,9	-	-	46	-
- Distancia vertical de la órbita entre el centro del arco superociliar y el centro del borde anterior del hueso malar.	50,0	64,3	55,0	47,8	-	-	51,2	56,7	35,0	-	52	-	38
- Distancia del ángulo frontal del nasal a la espina posterior del palatino.	116,0	141,0	127,4	112,4	-	-	127,0	87,0	147,0	120	-	-	-
- Distancia del centro de la escotadura nasal a la fovea palatina.	76,8	74,0	55,0	56,0	-	-	55,0	52,0	46,8	72,0	95	-	-
- Distancia del ángulo frontal del nasal al tubérculo de la nuca.	234,0	273,0	229,0	220,0	-	-	247,3	-	-	250	-	-	-

Mediciones longitudinales	C. inferior												
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13
- Long. del basión a la espina posterior del palatino.	170,0	195,0	-	-	-	-	132,0	-	-	-	165	-	-
- Long. de la espina posterior del palatino al borde anterior de la sutura incisiva.	244,7	194,6	-	-	-	-	190,5	-	-	-	240	-	-
- Long. total del borde de la escotadura intercondilar al borde anterior de la sutura incisiva.	414,7	400,0	367,1	-	-	-	298,0	401,3	362,0	-	405	-	-
- Long. de la sutura incisiva a la apófisis ptérigas del maxilar.	201,0	-	198,7	-	-	-	137,5	200,4	150,0	-	200	-	-
- Long. de la apófisis ptérigas al borde anterior de la sutura incisiva.	207,3	-	190,3	-	-	-	200,0	194,5	162,3	216,0	215	-	-
Mediciones transversales													
- Anchura máxima de las apófisis condiloides del condilotal.	-	-	-	-	-	-	77,0	-	-	92	-	-	-
- Distancia entre las apófisis postglenoides de la articulación temporo-maxilar.	-	130,0	-	-	-	-	76,7	71,6	-	95	62	-	-
- Distancia entre las apófisis ptérigas de las maxilares superiores.	67,7	-	-	-	-	-	-	-	50,2	-	80	-	-
- Anchura, entre crestas alveolares entre el último premolar y el primer molar.	107,4	97,4	109,5	-	-	-	80,0	88,3	84,4	90,0	105	-	80
- Distancia entre los agujeros palatinos.	51,5	48,4	51,0	-	-	-	36,5	40,5	41,2	35,5	44	-	33
- Anchura máxima de las escotaduras palatinas en el centro de los bordes externos.	23,0	25,4	25,0	-	-	-	21,7	20,0	20,4	22,0	27	-	-
- Longitud de las escotaduras palatinas.	30,7	29,2	27,1	-	-	-	23,5	24,6	22,1	25,5	31	-	-

Maxilar inf.	s	s	s	s	s	s	s	s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	5	82	110	136	160	170	192	51	61	64	73	192	209	329	350	381		
(5) Longitud mandibular en línea - borde anterior sínfisis.	324,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U.spelaesus
(6) Longitud centro, post. rior cóndilo borde anterior sínfisis.	326,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(7) Dist. bor de nat. apóf. sig. mandibular a ángulo post. rior sínfisis car. cado.	136,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146e	-	-	
(8) Longitud ror accor. de la men. dula.	159,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(9) Altura rana horizontal a nivel de M-1.	79,3	-	-	-	-	-	32,4	62,5	-	-	-	-	-	86	-	39,6	-	
(10) Altura en horizontal en la parte posterior de la sínfisis.	70,3	-	-	59,3	-	-	39,6	33	61,5	-	-	-	-	-	74,3	-	36,3	
Maxilar inferior																		
(1) Long. de la mandíbula.	-	-	-	-	-	-	31	3	-	-	-	-	17,56	24e	-	-	-	
(2) Long. tomada del centro posterior del cóndilo al borde anterior de la sínfisis de la rana.	-	-	-	-	-	-	31	30	-	-	-	-	16,58	28e	-	-	-	
(3) Dist. del centro al borde posterior de la apófisis men. dula al ángulo posterior de la apófisis coronaria.	-	-	-	-	-	-	13	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(4) Dimensión vertical de la rana a. c. de la mandíbula.	-	-	-	-	-	-	16	74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(5) Altura de la rana horizontal de la mandíbula tomada en el centro de la apófisis alveolar M-1.	30,6	-	-	3	33	7	42	-	-	-	3,57	3	45	3	95	-	-	
(6) Altura de la rana horizontal tomada en el nivel de la parte posterior de la sínfisis.	36,3	-	-	3	55	7	32	5	53	-	3	93	3	62	4	74	6	48
(7) Espesor de la rana horizontal de la mandíbula al nivel de M-1.	17,8	2,89	1	54	2	50	-	-	-	-	7	61	1	59	1	84	2	64
(8) Espesor de la rana horizontal de la mandíbula al nivel de la parte posterior de la sínfisis.	20,5	-	-	1	89	3	11	2	53	-	2	68	1	89	2	24	2	81
(9) Dimensiones del cuerpo mandibular entre la sínfisis y el centro del alveolo canino.	22,2	-	-	-	-	-	4	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(10) Long. del cóndilo.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Maxilar inf.	s	s	s	s	s	s	s	s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	5	5	95	119	136	160	170	192	51	61	64	73	192	209	328	350	381	
(1) Espesor de la rana horizontal de la mandíbula al nivel del M-1.	25,	-	-	23	-	-	-	16	23,6	-	-	-	-	-	28,2	-	19,5	
(2) Espesor de la rana horizontal de la mandíbula al nivel de la parte posterior de la sínfisis.	31,3	-	-	25	-	-	19,7	17,3	31,4	-	-	-	-	-	38,3	-	19	
(3) Dimensiones del cuerpo mandibular entre la sínfisis y el centro del borde externo del alveolo canino.	37,3	-	-	-	-	-	20,5	-	38,1	-	-	-	-	-	43,2	-	-	
(4) Longitud del cóndilo.	71,2	75,4	20,4	-	-	-	62,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Maxilar inf.	s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	400	255	384	516	617	769	770	855	985	1154	1232	1482	1553	1702	1707	1767	1927	2315
(1)	25,6	-	-	24	32	2	17	4	34	6	17	0	-	28e	-	14,7	-	-
(2)	29,7	-	-	32	5	24	3	36	6	19	5	-	33	5	-	18	8	-
(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	39,2	-	17	6	-	-	-	-	22,4	-
(4)	-	-	-	70	-	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(5)	314,3	-	-	381,1	-	-	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(6)	322,2	-	-	311,7	-	-	354	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(7)	-	-	-	115,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108,5
(8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108,1e
(9)	70,6	-	-	73,9	36,6e	75,5	32	-	84,7	-	29	-	-	-	35,5	-	36,6	-
(10)	63,1	-	-	64	46,2	71,8	35	-	73	-	36	-	-	-	-	-	38,8	-

U.spelaeus

C	N°	d	D	L
s-2021	15,3	17,9		
t-562	20	23		
t-1633	16,2	20,4		
t-2352	15,6	17,7		
t-1443	15,2	17,8		
t-2146	18	75		
t-2201	19	22	115,2	
t-2034	12,8	20,7	96	
t-2022	20,7	24,5	112,8	
t-1531	15,3	17,7		
t-1710	22,4	118,3		
t-158	23	25,8	120	
t-1344	22,5	18	122	
t-2543	13,8	22,7		
t-1265	23	25	104,7	
t-569	20,4	21,5	102,5	
t-1433	17,3	18,3	96,2	
t-1564	19,5	22,1		
s-113	12,2	17,2		
t-2227	18			
t-1944	16,2	19		
t-95	16,8	21,0		
t-2094	12,9	18,7		
t-2080	16,7			
t-1198	21,6	23		
t-378	20,8	23,8		
t-1127	21,3	25		
t-1225	20,7	23,3		
t-128	15,0	20		
t-1537	17	57,3		
t-772	14,3	17,9	88,6	
t-229	19,5	100,8		
t-2317	16,6	17,6		
t-589	16	20,8		
t-72	19,8	22,8		
t-1091	15	17	74,3	
t-121	16,2	19,8		
t-638	20,5	22,6		
t-157		75		
t-80	17,5	22,8		
t-163	21,4	95		
t-1386	14	17,4	60,6	
t-104	17,6	20,9	86,6	
t-532	17,2	19,9		
t-591	19,2	19,2	84,6	
s-117	15,3	19,3		
t-1573	15,6	19,7		
t-949	15,4	20,3	90,1	
t-79	22,1	106,7		
t-58	23,7			
t-531	13	16,3		
t-213	20,4	23	98,2	
t-1323	15	16,5	81,7	

N°	B	D	L
t-289	22,3	21,3	95,7
t-316	15,1	17,6	95,2
t-470	20,3	102,3	
s-35	15,5	19,5	97,6
t-2023	21	25,3	
t-2030	21,6	23,6	
s-33	20,4	23	99
t-635	19,3	100,5	
t-276	16,5	20,5	98,3
t-1577	20,6	23,6	99
t-1479	21,7	23,2	105,2
s-51	20,6	22,4	102,4
t-1065	16	18,5	98,2
t-1063	25,7	21,2	118,4
t-1051	15,9	20	99
t-291		22,5	
t-1990	20	23,1	107,3

N°	L	A
t-1636	8,7	6,7
t-1519	7	6,4
t-1243	8,8	7,2
t-1198	9,4	6,3
t-2169	8,8	6,3
t-1057	9,6	7,2
t-2152	7,6	6,1
t-1630	8,5	6,0
t-1396	9,2	7

N°	L	A
t-2218	10,2	10,7
t-1305	10,8	10,7
t-1392	10,8	9,9
t-2052	11,4	6,6
t-1387	10,2	10
t-1302	11,3	11
t-1365	10,8	9,3
t-1403	10,3	10,5
t-2336	10,9	10,2
	10,2	9,8
t-1748	10,6	9,4

N°	L	A
t-497	11,9	12,4
t-2418	11,9	13,6
t-2149	11,6	14,3
t-1126	13	12,8
t-993	12	
t-202	11,2	
t-1180	11,6	
t-23	10,8	12,7
t-2084	12,7	
t-1513	12,6	
t-1428	12,2	
t-1435	13,5	
t-1037	12,4	13,3
t-1493	12,4	
t-1492	13,1	13,5

N°	L	A
t-1349	9,7	8,8
t-414	10,0	10
t-1590	10	10
t-2416	9,3	8,4
t-2049	9,9	8,9
t-465	7,3	8,2
t-1349	9,8	8,4
t-2222	9,5	8,5
t-2151	10,2	9,3

N°	L	A
s-30	11,5	11,6
t-1355		9,9
t-877	12	10,4
t-2072	10,4	9,3
t-2015	12,6	12

N°	L	A
t-310	15	15,5
s-29	17	18
t-1347	10,6	11,8
t-1347	13,7	13,3
t-1950	13,4	11
t-303	11,7	12
t-2014	14,9	15,6
t-552	13,9	16,3
t-1033	15	16,2
t-496	15,6	14,8
t-1615	12,4	12,1
t-1536	13	12,9
t-308	14,2	15,6
s-126	13	13,2
t-1224	9,1	10,7
t-542	11,2	11,2
t-180	15,4	16,4
t-785	12,6	12,1
t-2156	7,8	9,1
t-1884	12,9	
t-110	11,3	12,8
s-125	11,9	10,9
t-1044	12	13

N°	L	D	X1	X2	X3	X4
t-2221	29,0	13,55	9,25	12,5	7,3	10,3
t-2490	30,6	14,4	9,9	14,4	7,3	9,6
t-779	28,9	13,2	9,4	14,3	7,3	9,4
C-10	30,9	15,5				
t-328	30,5	15,5				
s-1000	31,6	15,4				
C-5	29,4	15,0				
t-516	30,4	14,1				

N°	L	D	X1	X2	X3	X4
t-2553	31,7	15,5	9,6	12,45	6,75	9
t-2470	29,4	13,6	9,4	13,6	7,3	9,2
t-2887	31,9	15,1	9,5	13,4	6,5	10,4
t-1407	30,8	14,4	9,5	14,8	6,4	10,3
t-1910		14,4				
t-2043		14,5				
t-2335		13				
t-490		14				
t-1822	30					
t-1060	28,5	13,2				
t-2919	27,7	14,0				
s-130	29,0					
s-101	28,0	13,8				
t-110	27,2	13,0				
t-2214	28,4	13,1	8,5	13,2	6,5	8,5
t-578	29,7	14,8				
t-2925	30,9	15,4	8,5	13,3		
t-2814	31,5	15,4	9,4	13,3	6,0	9,4
t-2595	29,0	13,6	8,6	12,5	5,8	8,8
t-678	32,0	13,9	9,4	14,0	8,1	10,6
t-1208	32,4	10,8	10,1	14,3	5,6	10,2
t-1269	33,7	16,0	10,5	15,3	7,05	10,5
t-1029	32,4					
t-433	31,6	15,5	11,4	13,6	6,5	10,3
t-1910	30,2	13,8	8,6	13,0	8,6	7,2
t-499	28,45	13,3	8,1	12,8	6,0	8,5
t-2433	28,9	13,4	8,7	14,3	6,1	9,1
t-2950	29,5	13,6	9,5	13,7	5,7	9,3
t-555	29,0	12,0	6,4	14,9	6,7	9,4
t-2172	29,4	15,3	9,3	13,0	5,5	8,9
t-2899	29,1	13,1	8,4	14,0	6,8	9,3
t-993	28,3	14,05	8,7	13,4	6,1	8,8
t-1068	30,11	13,9	9,4	13,3	5,5	8,9
t-985	29,95	14,4	9,1	14,4	6,0	7,7
t-1052	28,3	13,4	8,6	12,5	6,5	9,5
t-1254	29,1	13,3	9,7	14,25	6,75	9,7
t-2490	30,6	14,4	9,9	14,4	7,3	9,6

P₄

N°	L	A
t-1534	14,8	10,3
C-10	16,4	11,4
t-2051	14,7	10,6
t-2000	15,4	9,4
t-14	18	12
s-103	14,8	10
t-1356	16,9	10,9
t-2358	12,9	9,7
t-232	16,8	12,3
C-20	16,3	11,1
C-5	16,3	11,3
S-1000	16,9	11,9
C-979	15,3	9,6
t-444	15	11
t-997	15,3	9,3
t-935	16	11

M₂

N°	L	d1	d2	X1	X2	X3	X4	X5
t-1247	30,85	19,1						
t-1752		11,57	12,07	10,25	12,7	12,2	7,5	12,17
t-829	27,9	11,97	11,67					
t-223	27,9	11,97	11,67					
t-1840	29,1	11,57	12,07		12,1		5,3	
t-219	27,0		15,57					
t-2545	28,4	16,5						
t-1042	32,0	19,0	19,2					
t-1758	31,4	18,1	18,4		12,4			
s-114	29,55	17,8	17,8					
s-113	30,4	18,4	19,4					
t-2794	29,8	18,5	19,4					
t-1569	29,2	17,7						
t-2154	28,4							
t-2655	30,4	18,5	19,3					
t-1561			17,1					
t-1827	30,7	18,3	18,9					
C-10	31,0		18,6		12,6			
t-100	30,8	17,8	18,8					
t-2746		16,5		9,6			10,3	
s-37		16,5		11,4			10,3	
s-550	30,1	16,3	17,0	10,5	13,3	12,3	11,0	18,6
t-1388	29,4	16,5	17,2	9,4	13,4	12,0	7,9	17,8
s-239	30,0	17,3	17,9	11,6	13,8	12,9	11,0	20,3
t-2904	32,2	16,7	19,1	11,1	14,8	13,1	10,8	18,1
t-432	29,5	17,9	18,2	11,1	13,3	13,0	10,4	18,7
t-2596	29,0	16,2	16,9	10,1	12,9	11,8	8,4	17,8

M₂

N°	L	d1	d2	X1	X2	X3	X4	X5
t-2648	31,3	16,7	17,7	10,8	13,3	12,8	9,35	19,2
t-1376	31,4	17,95	19,4	10,2	15,8	12,1	9,5	18,1
t-2146	29,2	16,1	18,3	11,0	13,6	12,0	8,8	17,8
t-2030	29,0	16,8	17,6	11,7	13,9	12,0	10,1	17,3
s-136	30,5	16,7	17,8	10,4	14,1	12,4	7,8	18,1
t-57	29,2	15,1	17,0	9,95	12,55	12,2	9,8	16,6
t-1077	28,75	16,2	16,9	9,5	12,3	11,6	7,9	19,9
t-2270	30,9	17,8	18,1	11,2	13,1	12,9	8,4	19,5
t-2348	31,35	17,6	19,3	10,3	14,7	12,7	8,3	19,8
t-1055	29,7	18,2	18,6	9,7	12,3	12,3	7,0	16,5
t-1906	29,5	17,0	17,6	10,5	12,7	12,0	7,3	17,5
t-2451	30,9	18,45	19,35	10,2	13,3	11,1	6,0	17,65

M₃

N°	L	A
t-1807	27,2	20,7
t-1837	28,8	
t-1305	27,15	19
t-1034	22,5	16,9
t-308	27,2	22
t-959	22,4	17,2
s-112	25,6	18,9
n-500	26	18,9
s-34	24,3	19,4
t-1741	23,1	19
t-442	27,3	18,9
t-1272	26,6	17,5
t-2339	31,3	22,7
t-2212	24	19,4
t-423	23,1	19,0
t-2035	25,6	19,9
t-2410	26,7	19,8
t-488	27	21
t-1241	31,3	
t-87	27	19,1
t-874	29,7	21
t-1765		12,8
n-115		19,8
t-1270	25,5	18
t-51	30,4	21,5
t-765	28,8	19,7
t-985	28	21,3
t-516	24	19,8
t-829	17,8	17,8
C-10	28	21,2
C-10	28	20,4
s-1000	28	21,8
C-5	25,4	19,2

P₃

N°	L	A
t-27074	19,2	12,4
t-1550	19,5	13,5
t-1025	19,7	14,3
t-896	20	13,8
s-119	19,9	14,7
t-1027	21,7	14,3
t-101	20,9	14,5
t-2418	20,6	18,9
t-67	17,4	13,6
t-62	20	13,4
t-1638	18,5	12
C-7	20,6	13,4
C-7	20	13,8
C-1		13,1
t-1060	18,3	12,9
t-1343	22	15,3
C-10	22	16
C-8	18	13,3
C-8	19,1	13,3
C-2	20,4	14
t-1069	21,1	15,4
t-1570	21,4	15
t-1170	17	13,9
s-121	20,3	13,6
t-2070	18,2	12,2

M₁

N°	L	A
t-889	27,2	19,2
t-167	31,2	21,3
t-2001	26,7	18,8
t-1096	30,5	21,7
t-994	30,8	21,7
t-2004		
t-819	30	20,6
t-891	28,5	20,5
t-1136	30,9	21,8
t-2380	30,5	22
t-1317	27,3	19,6
t-1070	27,3	18,7
t-2192	29,6	20,5
t-125	29,3	19,7
t-2020	29	20,5
t-1638	26	17,8
t-62	30,3	20,9
t-66	28,9	
C-10	29,2	21,3
C-8	30,6	21,9
C-8	30,7	21,6
C-9	28,9	19
C-1	30	21,4
C-1	29,3	21,4
C-4	29,9	
C-4	29,8	
C-2	30,6	21,2
C-2	30,3	21,3
C-8	23,1	19

N°	L	A
C-8	25,1	19
C-10	29,6	20
C-10	25,5	21,7
t-4218	34	22,3
t-1310	29	21
t-1363	31,2	21,2
t-2088	30,9	20,8
t-1351	27	19,4
t-2422	32	21,9
t-1075	29,3	19,7
t-214	29,1	19,8
t-2698	20,6	20,1
t-465	30,2	20,6
s-133	28	20
t-1104		21,3
t-1763	29,7	21

M₂

N°	L	A
t-43	43,5	21
t-2418	30	19,9
t-1144	41,1	22,7
t-1724		22,4
t-106	45,8	22,4
t-1114	47,5	25,8
t-1738	49	22,9
t-1578	42,3	20,8
t-65	44,7	22,8
t-1406		19,5
t-1916		22,6
t-1917		22,6
t-1499		25
s-182	40,1	22,2
t-365		20,8
t-1062	46,4	21,2
t-1330		25,5
t-133		22,6
t-390	42,4	21,7
t-1299	48,2	23,3
t-1281	38,4	22,1
s-135	45,6	23
t-1986	44,8	22,7
t-1770	43,6	22,6
t-1764	45,6	23,8
t-1328	47,6	23,4
t-1324	45,8	23
t-972	43,1	22
t-76	42,5	21,8
t-842		22,5
t-1458	42,4	21,2
t-2067		20,6
t-86	47	23,2
t-906	40	20,2
t-1651	41,9	22,3
t-1227	44	22,2
t-670	45,5	23,6
C-200	45,3	22,8
C-9	45,2	21,9
C-9	44,3	21,8

C. pelviana	E=3 S.N. 7	55	51	109	129	132	349	624	626	1251	1624	1943	
(1) Long. absoluta	372	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U.spelaeus
(2) D.de la cresta ilíaca a la caja de la cavidad cotiloidea.	167	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(3) D.de la caja cotiloidea a la tuberosidad del isquión.	165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(4) Long. de la sínfisis pubiana	105,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(5) D.vertical de la pelvis del ilión.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(6) D.trans.del isquión	156,4	-	-	-	-	-	-	76	-	-	-	-	
(7) Long. de la tuberosidad del isquión	142,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49,8	
(8) D. mayor rama ósea donde del pubis.	42,2	29,3	-	-	-	-	-	-	37,9	-	-	21,3	
C.pelviana	E=3 S.N. 7	55	51	109	129	132	349	624	626	1251	1624	1943	
(9) D.ant.post.del agujero obturador.	50,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(10) D.trans.del agujero obturador	67,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(11) D.ant.post.de la cavidad cotiloidea	58,8	-	-	58,1	65,0	72,7	-	59,8	-	-	-	59,8	
(12) D.trans.de la cavidad cotiloidea.	62,6	-	66,2	53,0	63,6	69,2	64,7	62,0	-	-	-	32,0	
(13) D.trans.columna ilión.	69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,3	63	
(14) D.ant.post.rama horizontal pubis.	79,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(15) D.del centro de la sínfisis pubiana al agujero obturador	20,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
(16) Long. del cuerpo del isquión.	55,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,2	

ROTULA	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	132	143	153	588	703	1145	1184	1279	1339	1367	1370	1934	2019	2328	2387
Long. absoluta	60,1	76,4	-	64,8	63,4	66,6	66,1	67,8	73,3	65,0	-	-	59,4	50,0	53,0
D. máx. tran. del cuerpo	44,4	47,5	40,5	45,4	45,9	49,7	-	46,2	50,2	44,4	38,9	40,7	36,9	34,8	37,2

Rotula	t	t	t
	2540	2735	2857
(1) Gran diámetro de la rotula	5,25	6,81	5,30
(2) Diámetro transversal	3,43	4,51	3,38

Fémur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
(1) Alt. del labio ex- terno de la tróclea	-	-	-	45,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.spelaeus
(2) Long. intertrocanter	-	-	-	-	-	18,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(3) Long. del cuello	-	-	-	-	52,6	54,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(4) Gran B. de la Extr. sup.	-	-	-	-	88,5	94,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(5) D. tran. de la cabeza	-	-	-	-	43,8	45,6	-	-	46,4	-	43,2a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(6) D. tran. de la epifi- sis inf.	51,7	41,2	-	92,6	-	-	160,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,2	55,0	-	-
(7) D. tran. del cuerpo	-	19,1	-	-	-	36,6	-	-	-	-	27,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,2	-	-	-
(9) D. menor tran. de la tróclea femoral	16,6	-	-	18,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(9) D. ant. post. de la epí- fisis ant.	91,4	-	-	66,5	-	-	60,4a)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(10) D. mayor de la tróclea femoral	35,0	-	-	39,6	-	-	33,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(11) D. tran. de los condí- los del fémur	-	-	-	74,4	-	-	60,7	41,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(12) D. tran. de la fosa intercondilar	19,0	-	-	20,0	-	-	23,6	14,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	255	327	323	342	385	509	518	519	549	582	598	601	617	743	749	861	869	851						
(1)	-	-	51,7	-	-	-	-	-	50,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)	42,0	72,4	-	-	-	38,9	-	-	-	104,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(3)	-	40,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(4)	51,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,0	-	-	-	46,7	-	-	-	-	-	-	-	-
(6)	48,6	-	101,7	43,4	-	-	43,8	-	-	-	-	-	-	45,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(7)	20,5	36,6	-	21,2	-	-	18,6	27,4	22,5	-	-	-	-	20,3	27,0	-	19,8	20,5	-	-	-	-	-	-
(8)	-	-	17,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(9)	-	-	63,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(10)	-	-	39,5	-	-	-	-	-	37,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(11)	-	-	65,3	-	-	-	-	-	-	-	42,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(12)	-	-	21,0	-	-	-	-	-	-	-	14,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fémur	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	925	1047	1093	1170	1214	1220	1314	1335	1670	1719	1747	1871	1973	1974	1980	2115	2205	2317						
(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,2	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,2	-	-	38,4	-	-	-	-	25,0	-	-	-	-	-	-
(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47,7	-	-	-	-	-	-	-	52,0	-	-	-	-	-	-
(5)	-	-	-	-	60,0	64,1	25,2	52,0	-	-	48,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(6)	73,0	-	64,6	-	-	-	-	53,7	42,4	52,7	-	-	-	-	-	62,2	58,1	53,2	-	-	-	-	-	-
(7)	43,5	21,8	30,1	19,0	-	-	23,9	22,0	19,3	-	-	-	27,1	-	28,0	20,5	-	-	-	-	-	-	-	-
(8)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,7	-	-	-	-	-	-	-	-
(9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76,4	-	-	-	-	-	-	-	-
(10)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37,0	-	-	-	-	-	-	-	-
(11)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66,3	-	-	-	-	-	-	-	-
(12)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Fémur	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	2628	2592	2628	2676	2940	2946	2954	2970	2983															
(1) Long. absoluta.	-	-	-	-	-	43,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(2) Altura del labio externo de la tróclea.	-	-	-	-	-	5,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(3) Long. intertrocanteriana.	-	-	-	-	-	18,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(4) Long. del cuello.	-	-	-	-	-	8,00	-	-	-	-	4,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(5) Gran diámetro transversal de la extremidad superior.	-	-	-	-	-	13,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(6) Diámetro transversal de la cabeza.	-	-	-	-	-	4,65	5,91	-	-	3,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(7) Diámetro transversal de la epifisis inferior.	-	-	-	-	-	10,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(8) Diámetro transversal del cuerpo del fémur.	2,35	3,92	2,22	2,92	-	4,86	2,98	2,21	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(9) Diámetro transversal menor de la tróclea femoral.	-	-	-	-	-	3,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(10) Diámetro antero-posterior de la epifisis inferior.	-	-	-	-	-	9,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(11) Diámetro mayor de la tro- clea femoral.	-	-	-	-	-	4,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(12) Diámetro transversal de los condílos del fémur.	-	-	-	-	-	10,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(13) Diámetro transversal de la fosa intercondilar.	-	-	-	-	-	3,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tibia	25	27	32	53	56	65	71	94	149	185	188	42
(1) Long. abs.	167,2	-	-	515,7	-	-	502,5	-	268	-	-	299,9
(2) Long. de la cresta	61,3	-	21,2	61,2	-	-	94,5	-	96,6	-	-	75,0
(3) Distancia entre los tubérculos de la espina.	-	-	-	14,6	-	-	14,2	-	15,3	-	17,0	-
(4) D. ant. post. de la extremidad sup.	38,2	-	27,6	72,3	-	-	80	-	79,7	-	77,6	60,6
(5) Anchura de la escotadura poplitea.	-	-	-	22,6	-	-	32,8	-	24,0	-	-	-
(6) D. tran. del cuerpo	26	-	15,6	40,6	34,2	-	37,7	-	35,7	40	-	39,3
(7) D. tran. máximo de la extre. sup.	51,2	-	47,3	55,6	-	-	98,2	-	64,4	-	100,2	95,6
(8) D. trans. de la epifisis inferior.	49,3a)	36,5	38,2	67,0	55,2	41,5	77,5	71,2a)	73,8	82,0	-	78,6
(9) D. ant. post. de la epifisis inf.	29,1	21,6	21,2	43,0	38,3	-	53,8	43	43,0	40,3	-	41,7
(10) D. ant. post. de la sup. articular inf.	-	-	-	31,1	-	-	34,6	-	29,9	-	-	30,6
(11) D. tran. de la sup. articular inf.	-	-	-	59,9	30,0	35,7	58,3	59,9	56,6	70,2	-	63,4

Tibia	33	174	339	348	353	375	531	535	539	612	623	648	742	744	761	858	2974	2998	3000
(1)	-	-	-	-	-	-	339	-	501,3	-	-	-	-	-	-	-	-	31 50	32 0
(2)	-	-	23,9	-	-	-	107,1	-	97,6	-	-	-	-	-	-	27,6	-	10 0	10 10
(3)	-	-	-	-	-	-	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 70	1 44
(4)	-	22,7	27,5	-	-	-	99,3	-	67,6	33,5	-	-	-	-	-	28,2	-	8 20	8 29
(5)	-	-	-	-	-	-	28,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4 55	4 67
(6)	-	18,2	16,2	10,4	-	13,5	43,4	14,1	60,0	-	-	-	-	30,6	17,5	16,6	1,34	14 17	14 17
(7)	-	42,2	44,6	-	-	49,0	38,5a)	109,5a)	32,4	-	54,5	-	-	-	46,2	44,5	-	10 40	10 94
(8)	-	39,0	-	35,7a)	-	21,0	98,8	27,5	82,6	-	71,3	66,7	67,6	66,7	36,7	39,8	-	8 52	10 97
(9)	-	22,5	-	-	-	-	48,2	-	47,8	-	34,5	37,2	37,6	60,0	-	22,3	-	4 70	4 95
(10)	-	-	-	-	-	-	41,4	-	30,8	-	37,1	-	32,4	-	-	-	-	3 58	3 79
(11)	-	-	-	-	-	-	55,3	-	52,8	-	64,5	-	47,7	-	-	-	-	6 60	7 49

Tibia	1413	1475	1632	1759	2140	2504	2645	2409	2517	2535	2654	2710	2764	2765
(1) Long. absoluta.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(2) Long. de la cresta.	-	-	-	-	-	-	8,29	-	-	-	-	-	-	-
(3) Distancia entre los tubérculos de la espina.	-	14,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(4) D. ant. post. de la extremidad sup.	-	81,7	-	-	-	-	3,64	-	6,27	-	-	-	6,94	-
(5) Anchura de la escotadura poplitea.	-	25,5	-	-	-	-	2,98	-	3,47	-	-	-	3,59	-
(6) D. tran. del cuerpo.	19,0	105,7	-	16,0	-	13,4	2,10	-	-	1,29	1,61	1,90	-	2,16
(7) D. tran. máximo de la extre. sup.	-	-	-	57,0	-	35,0	5,68	-	6,63	-	-	-	9,57	-
(8) D. trans. de la epifisis inferior.	-	-	55,2	34,1	-	28,7	4,75	6,70	-	-	-	-	-	-
(9) D. ant. post. de la epifisis inf.	-	-	47,4	14,3	-	-	3,32	3,39	-	-	-	-	-	-
(10) D. ant. post. de la sup. articular inf.	-	-	49,7	-	-	-	2,24	-	-	-	-	-	-	-
(11) D. tran. de la sup. articular inf.	-	-	62,6	-	-	-	6,24	-	-	-	-	-	-	-

Paraná	113	140	180	307	368	389	389	503	506	503	600	967	1035
(1) Long. absoluta	-	-	-	-	225,3	-	-	-	-	-	-	-	-
(2) D. tran. de la cabeza	30,0	31,5	24,7	-	22,8	30,2	-	-	33,3	-	12,0	11,2	30,0
(3) D. tran. del molleto externo	-	-	-	21,2	10,5	-	24,6	21,2	-	26,2	-	-	-
(4) D. trans. del cuerpo.	16,6	-	-	-	15,5	12,6	-	-	-	-	7,6	9,5	13,1

Calcáneo	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t
	91	175	107	13	244	513	607	652	727	1252	1271	1290	1496			
(1) Long. absoluta	54,4	94	95,7	99,7	85,2	-	103,4	-	48,3	-	-	114,3	-	96	U.spelaeus	
(2) Long. del borde ant.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(3) D. tran. de la tuberosidad.	37,2	-	30,9	39,5	30,0	-	40,7	-	39,0	-	-	43,9	-	37,2		
(4) D. ant. post. de la tuberosidad	40,9	58,9e)	37,0	41,7	36,5	-	39,3	-	40,0	-	-	45,6	-	39,6		
(5) D. tran. máximo del hueso.	46,7	51e)	-	55,3	45,3	52,5	52,2e)	-	51,5	45,4	37,7	62,4	27,2	51,1		
(6) D. ant. post. máximo del hueso	44,2	47,5	48,5	47,2	43,8	51,8	52,3	-	50,8	44,2	34,3	57,0	28,0	-		
Calcáneo	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	1680	1995	2333	2456	2508	2572	2619	2981								
(1) Long. absoluta	-	-	103,7	9	98	-	10	37	8	76	8	87				
(2) Long. del borde ant.	-	-	-	4	85	3,84	4	56	4	22	4	3,6				
(3) D. tran. de la tuberosidad.	-	-	36,2	3	7,4	3,48	-	3	39	3	32					
(4) D. ant. post. de la tuberosidad.	-	-	40,8	3	29	-	4	10	3	80	-					
(5) D. tran. máximo del hueso.	-	-	53,1	6	68	-	6	99	5	7,1	7	1,1				
(6) D. ant. post. máximo del hueso.	37,5	49,6	51,2	4	63	-	5	28	4	66	5	21				

ASTRAGALO	s	s	s	s	s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	46	108	111	147	196	26	151	261	535	583	1065	1453	1481	1600	1897	
(1) Long. absoluta	48,1	63,3	59,7	48,8	49,6	62,6	62,9	47,6	61,0	50,2	40,1	52,6	56,7	31,5	42,6	
(2) Long. de la pata	35,3	47,3	49,8	40,3	37,5	47,3	53,5	38,8	50,0	36,9	39,5	42,6	43,6	22,2	35,0	
(3) D. máx. tran. del cuerpo	52,1	71,4	64,2	50,0	50,1	65,0	67,5	52,3	57,0	50,3	54,8	52,7	58,8	32,2	52,3	
(4) D. ant. post. del cuerpo	31,2	40,0	35,9	31,9	32,4	39,8	39,4	29,7	36,0	31,3	31,0	34,3	37,3	18,7	24,4	
(5) D. tran. de la pata	32,5	42,5	37,0	34,4	34,0	43,4	37,3	33,8	32,4	32,4	36,0	36,2	36,6	23,7	26,3	
(6) D. tran. del cuello	29,7	35,9	33,6	32,7	30,5	39,3	37,2	31,0	35,0	31,0	29,7	31,0	31,0	22,9	26,0	
(7) D. ant. post. del cuello	20,4	24,9	25,0	22,7	23,4	27,6	30,7	20,9	25,5	21,3	21,0	23,0	26,8	-	19,7	
(8) D. tran. de la cabeza	-	40,2e)	38,5	34,4	35,5	41,0	41,0	31,3	37,0	33,7	32,2	36,0	36,7	23,2	29,9	
(9) D. ant. post. de la cabeza.	-	-	25,7	23,6	21,8	29,4	30,0	21,0	27,0	20,7	30,0	25,7	27,5	-	18,3e)	

Astrágalo *	s	s	t	t	t	t	Astrágalo *	s	t	t
	267	252	2359	2352	2674	2993		232	2416	2854
(1) Long. absoluta	5,54	-	49,1	34,0	5,59	6,67	(1) Long. absoluta	5,3	3,4	4,45
(2) Long. de la pata.	3,97	-	36,3	24,3	3,69	3,99	(2) Long. de la pata.	2,44	1,05	-
(3) D. máx. tran. del cuerpo.	6,22	-	52,4	38,5	5,69	5,29	(3) D. máx. tran. del cuerpo.	6	3,53	3,15
(4) D. ant. post. del cuerpo.	4,20	3,63	33,5	19,5	3,76	3,90	(4) D. ant. post. del cuerpo.	3,41	2,33	2,18
(5) D. tran. de la pata.	2,25	-	30,8	22,3	1,95	2,27	(5) D. tran. de la pata.	2,66	1,78	1,49
(6) D. tran. del cuello.	3,66	-	27,7	22e)	3,97	4,10	(6) D. tran. del cuello.	3,67	2,24	2,4
(7) D. ant. post. del cuello.	2,43	-	23,1	17,4	2,05	2,17	(7) D. ant. post. del cuello.	2,79	2,01	1,95
(8) D. tran. de la cabeza.	4,49	3,65	32,4	25,0	4,12	4,34	(8) D. tran. de la cabeza.	3,77	2,19	3,59
(9) D. ant. post. de la cabeza.	2,90	2,61	23,9	-	2,50	3,50	(9) D. ant. post. de la cabeza.	2,4	0,84	3,15

—

U. spelaeus

																U.spelaeus																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Cúbito																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		13	43	40	80	141	142	152	159	167	179	13	41	44	55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
(1)	Long. absoluta.	150,1	-	-	-	133,5	-	-	-	-	-	-	-	302,0	296,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
(2)	Alt. de la cavidad sigmoidea mayor.	54,5	-	-	-	33,4	-	-	53,0	27,0	59,2	52,3	-	52,0	57,8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
(3)	D. mayor ant. post. del olécranon.	82,4	23,3	21,2	-	21,0	-	-	64,0	17,2	82,2	64,9	-	68,5	75,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
(4)	D. menor ant. post. del olécranon.	53,3	21,8	22,0	-	23,6	-	51,0	42	16,4	45,2	42,2	-	44,1	49,5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
(5)	D. tran. de la cumbre del olécranon.	37,9	22,6	22,1	-	20,3	-	-	19,0	25,0	35,2	-	33,3	34,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
(6)	D. ant. post. del cuerpo del cúbito.	48,5	21,8	20,5	44,6	20,5	-	41,6	40,7	15,2	-	-	35,8	37,6	41,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
(7)	Long. de la cresta ant. del olécranon.	29,3	-	-	-	-	-	20,0	-	24,9	19,7	-	20,7	28,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
(8)	D. mayor de la gran cavidad sigmoidea.	67,8	30,5	-	-	-	-	56,3	52,5	22,2	37,2	55,6	55,9	55,2	66,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
(9)	D. tran. de la cavidad sigmoidea menor.	42,8	-	-	-	-	-	42,5	41,4	-	-	40,7	41,7	37,1	42,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
(10)	D. ant. post. de la epifisis estiloides del cúbito.	52,9	-	-	42,4	-	39,2	-	-	-	-	-	42,0	42,4	43,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Cúbito																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t

I Metacarpiano	t-7	t-112	t-2161	t-2759
(1) Long.abar.uta	58,3	-	66,0	64,3
(2) Alt.epif.inf.	15,5	-	20,7	15,1
(3) Alt.aria.med.	10,6	-	-	-
(4) D.tr.ext.sup.	22,1	14,8	17,5	-
(5) D.ant-pust.ext.sup.	17,6	24,0	27,4	-
(6) D.tr.cuorpo	13,6	13,3	15,0	14,5
(7) D.tr.epif.inf.	17,8	-	22,5	20,1
(8) D.ant-pos.ep.inf.	9,8	-	11,3	17,0
(9) D.trans.sup.art.	17,2	-	22,1	-
(10) D.ant-pos.art.med.	16,9	-	13,5	-
(11) D.ant-pos.cond.	13,9	-	15,9	-

II Metacarpiano	t-81	t-173	t-10	t-172	t-259	t-292	t-419	t-674	t-722	t-770	t-1109	t-1137	t-1705
(1)	61,6	-	59,3	-	51,5	61,5	-	52,0	73,2	72,7	72,2	-	67,6
(2)	15,6	-	17,2	-	22,6	19,7	-	19,6	20,0	17,0	16,4	-	17,0
(3)	11,2	-	11,2	-	-	14,3	-	13,0	12,0	13,0	-	-	12,7
(4)	15,7	13,1	15,8	15,1	22,5	17,8	18,3	55,5	16,7	17,4	19,3	13,6	16,2
(5)	22,1	19,8	21,5	23,6	31,9	24,3	31,0	25,5	22,0	26,6	27,0	21,5	24,3
(6)	15,6	11,5	14,8	11,4	20,0	19,7	11,0	17,2	25,8	15,8	10,1	15,0	11,5
(7)	20,8	-	21,6	20,0	20,2	23,8	-	21,2	22,5	21,9	25,8	-	21,6
(8)	11,4	-	11,0	11,5	13,4	13,7	-	17,2	13,5	14,3	16,7	-	11,9
(9)	20,0	-	19,3	-	22,5	20,6	-	16,6	18,0	21,0	20,0	-	-
(10)	18,5	-	18,0	-	19,1	-	-	16,6	18,0	21,0	20,0	-	-
(11)	14,0	-	13,6	-	17,3	20,1	-	12,8	13,2	17,4	16,3	-	12,6

III Metacarpiano	t-120	t-127	t-210	t-254	t-362	t-461	t-648	t-682	t-754	t-1011	t-2035	t-2148
(1)	66,3	66,0	61,8	75,0	75,3	-	-	62,0	-	-	73,0	70,5
(2)	19,6	27,2	-	-	24,3	-	-	21,6	-	-	18,6	18,0
(3)	12,5	-	14,7	-	15,5	-	-	16,4	-	-	11,1	13,0
(4)	13,9	13,7	21,2	21,7	28,0	20,5	16,6	20,4	19,0	14,6	17,2	20,7
(5)	22,2	24,8	30,8	30,4	30,6	32,0	25,6	31,2	23,0	21,8	-	32,1
(6)	14,7	-	19,3	17,9	19,5	19,4	17,2	17,8	17,2	12,5	17,4	19,6
(7)	21,8	-	28,6	23,0	29,4	-	22,4	19,6	-	-	23,5	26,4
(8)	16,8	13,4	15,4	13,0	13,7	-	13,6	14,0	-	-	14,3	14,0
(9)	18,5	18,0	23,5	-	24,1	-	-	24,0	-	-	20,5	22,8
(10)	18,2	18,0	22,6	-	22,9	-	-	22,1	-	-	20,1	21,5
(11)	17,6	15,4	18,0	18,0	-	-	15,9	-	-	-	18,0	18,1

IV Metacarpiano	t-227	t-675	t-750	t-942	t-1360	t-1701	t-1963	t-2067	t-1175	t-2181	t-2289	t-2361	t-2412
(1)	85,6	79,0	71,0	81,2	83,6	83,2	86,5	79,0	-	84,3	74,4	76,9	-
(2)	23,2	20,5	19,2	25,6	23,3	24,5	25,0	22,0	-	27,2	23,3	-	-
(3)	14,5	15,0	13,8	18,4	15,7	16,9	16,6	-	16,5	15,0	-	-	15,5
(4)	23,5	22,4	25,2	23,0	25,4	23,1	20,3	21,0	24,4	19,8	22,8	21,3	24,0
(5)	24,8	30,3	14,3	17,3	32,6	34,0	30,8	34,0	24,4	28,3	31,7	25,6	15,2
(6)	19,6	17,3	20,5	21,6	20,6	19,3	19,2	20,6	22,6	17,5	19,3	17,0	18,2
(7)	30,0	25,0	12,1	31,0	27,2	26,6	25,1	27,2	30,8	33,2	-	25,7	-
(8)	14,4	12,7	17,8	15,0	14,5	13,4	14,7	-	17,4	13,1	-	12,3	-
(9)	25,2	21,9	19,2	26,0	25,3	24,8	22,5	-	26,2	21,9	-	23,1	-
(10)	23,6	21,8	22,6	25,3	23,3	23,7	21,3	-	24,3	20,1	-	23,7	-
(11)	19,3	17,2	18,0	18,7	17,7	19,2	17,6	-	17,2	14,5	-	17,8	-

V Metacarpiano	t-21	t-215	t-45	t-101	t-269	t-298	t-354	t-417	t-452	t-465	t-2139	t-1412	t-2173	t-2413
(1)	74,5	71,2	-	-	91,8	92,9	81,3	-	89,2	90,3	76,9	-	78,6	-
(2)	22,2	-	22,4	-	24,0	22,7	25,2	-	27,1	26,1	22,0	-	21,3	-
(3)	12,8	-	14,0	-	14,8	15,3	14,8	-	15,4	14,4	13,7	-	21,3	-
(4)	23,6	23,6	21,4	25,0	33,0	31,1	25,2	15,4	35,0	24,3	25,0	15,2	26,4	13,6
(5)	30,9	27,0	27,4	13,0	33,4	32,0	32,0	19,6	20,2	31,4	29,8	19,7	33,0	14,8
(6)	16,2	15,7	17,9	-	22,5	20,9	18,4	12,0	21,0	41,0	16,2	10,7	17,2	9,2
(7)	22,3	-	25,7	-	21,2	23,7	25,6	-	25,8	28,5	25,2	-	-	26,3
(8)	11,8	-	12,0	-	16,3	14,2	14,2	-	14,3	15,5	12,2	-	26,3	-
(9)	21,7	-	24,3	-	20,6	26,3	22,2	-	24,4	25,5	25,1	-	26,3	-
(10)	18,0	-	20,3	-	22,6	21,2	17,0	-	22,3	23,5	19,1	-	20,6	-
(11)	12,7	-	15,8	-	16,7	16,1	14,0	-	17,0	17,5	14,2	-	15,7	-

I Metatarsiano

	t-169	t-293	t-372	t-404	t-461	t-577	t-660	t-775	t-820	t-1249	t-1862	t-2217	t-2275
(1)	57,4	58,0	61,4	48,0	58,3	68,6	-	54,4	49,5	58,3	58,5	51,9	57,3
(2)	17,2	16,2	13,7	13,0	13,3	16,4	-	15,4	15,2	14,3	13,6	13,5	18,0
(3)	11,8	10,7	12,2	9,5	12,3	-	-	10,7	9,6	16,0	13,0	8,5	13,0
(4)	24,3	23,7	28,2	19,5	34,7	24,9	17,0	24,7	20,0	22,0	20,4	19,5	22,7
(5)	70,0	22,7	24,3	16,7	15,5	25,5	21,4	24,0	18,8	18,6	16,3	19,3	23,1
(6)	12,9	12,9	14,3	10,6	13,3	13,0	1,6	12,4	9,5	12,8	12,0	9,8	12,6
(7)	18,4	17,7	19,8	15,7	19,0	19,0	-	18,0	14,4	13,6	15,7	15,3	18,6
(8)	13,5	17,4	19,5	15,4	17,8	13,3	-	18,0	14,1	18,4	15,2	15,1	17,9
(9)	11,9	10,7	12,8	9,3	10,4	10,1	-	10,9	8,4	10,5	10,0	10,0	11,3
(10)	15,5	15,2	18,0	14,0	16,9	16,8	-	16,3	14,3	16,0	14,3	13,2	16,8
(11)	12,4	13,3	13,2	11,0	13,0	13,0	-	13,8	10,9	12,4	11,2	11,6	13,2

II Metatarsiano

	t-752	t-712	t-916	t-992	t-1007	t-1421	t-1411	t-1433	t-1525	t-1552	t-1546	t-1809	t-2163	t-2370	t-2420
(1)	77,0	71,9	89,1	93,1	76,1	-	-	-	75,3	62,3	72,2	-	75,2	55,2	-
(2)	18,1	15,2	18,5	19,3	19,2	-	-	-	15,7	11,3	15,4	-	17,4	16,0	-
(3)	13,6	13,2	12,4	12,6	12,8	-	-	-	13,1	13,0	13,4	-	13,2	9,8	-
(4)	18,8	15,0	15,7	11,2	10,3	11,6	15,0	11,2	19,7	14,4	17,0	10,4	16,5	13,4	11,3
(5)	45,2	38,4	25,7	27,4	27,7	23,4	20,0	21,7	31,9	27,4	20,7	-	30,4	-	17,0
(6)	16,7	16,3	18,5	15,8	18,5	19,7	14,2	12,2	15,4	14,0	15,1	16,3	16,5	17,0	-
(7)	21,3	24,5	22,4	23,2	20,4	-	-	-	21,3	19,5	18,2	-	23,0	18,2	-
(8)	11,7	12,2	12,8	13,4	10,4	-	-	-	12,8	11,0	10,3	-	13,7	12,5	-
(9)	21,0	20,4	19,4	20,4	10,0	-	-	-	20,9	17,7	17,4	-	20,1	16,5	-
(10)	19,3	17,0	18,5	17,3	13,7	-	-	-	19,3	16,3	16,1	-	14,7	-	-
(11)	14,0	11,8	12,8	13,6	12,3	-	-	-	13,8	12,4	13,3	-	14,6	-	-

III Metatarsiano

	t-209	t-721	t-929	t-1015	t-1217	t-1240	t-1295	t-1704	t-1745	t-1861	t-2346
(1)	-	78,2	86,3	77,3	81,5	83,0	80,6	82,7	82,2	82,0	76,0
(2)	-	19,4	17,4	17,0	14,7	17,0	16,6	24,7	22,3	28,5	17,3
(3)	-	13,0	11,1	13,0	14,5	13,7	12,7	14,7	14,7	14,0	14,0
(4)	16,5	19,0	18,2	17,0	20,4	20,8	20,8	17,6	21,0	22,2	16,5
(5)	31,0	32,1	29,0	30,7	33,3	24,3	31,0	31,0	-	-	-
(6)	17,0	16,9	17,0	16,8	18,4	18,4	15,2	19,1	17,8	18,4	16,6
(7)	-	21,4	22,0	24,4	24,3	23,3	22,5	22,7	22,0	24,9	22,1
(8)	-	33,5	12,5	12,5	12,5	12,2	13,1	12,3	12,7	12,7	14,4
(9)	-	20,2	17,6	19,9	20,8	22,2	20,4	15,0	23,3	19,6	19,3
(10)	-	19,7	18,4	17,0	19,1	20,0	20,4	14,6	20,0	12,6	18,6
(11)	-	15,0	13,4	13,4	13,9	15,3	14,6	12,8	14,7	15,3	14,0

IV Metatarsiano

	t-377	t-719	t-720	t-833	t-950	t-1018	t-1250	t-1251	t-1255	t-1298	t-1372	t-1851	t-2090
(1)	88,5	92,4	78,6	73,6	66,7	76,0	81,3	95,2	-	-	-	-	-
(2)	23,4	22,8	17,6	20,2	20,9	19,1	17,1	23,8	-	-	-	-	-
(3)	15,3	14,3	13,6	11,2	14,3	12,3	13,0	17,3	-	-	-	-	-
(4)	20,3	22,7	18,6	18,6	21,1	17,2	19,4	24,8	18,3	18,9	28,0	19,1	18,0
(5)	31,4	32,9	30,0	25,2	30,2	27,5	29,8	35,8	25,3	30,6	29,0	31,2	33,6
(6)	19,2	18,3	15,9	16,1	18,6	15,3	15,3	20,5	14,1	15,7	18,1	-	18,3
(7)	25,3	25,3	21,7	21,7	24,8	21,6	-	28,6	21,8	-	-	-	-
(8)	15,0	13,4	11,0	11,2	12,2	12,5	17,4	15,5	15,7	-	-	-	-
(9)	24,3	23,0	20,3	19,7	22,5	20,3	-	25,5	-	-	-	-	-
(10)	21,2	20,1	16,5	17,2	20,2	17,2	18,1	24,7	-	-	-	-	-
(11)	15,9	17,0	13,4	12,1	14,5	13,2	13,0	17,4	-	-	-	-	-

Primera falange	243	2482	2451	2571	2585	2590	2599	2722	2765	2828	2832	2861	U.spelaeus
(1) Long. absoluta.	-	-	-	-	-	4,76	-	-	-	-	4,93	5	
(2) Alt. de la tróclea	0,81	0,57	0,55	0,55	-	0,92	0,91	-	-	-	1,13	1,03	
(3) D. tran. de la ex. sup.	-	-	-	-	2,37	1,77	-	2,50	1,85	2,30	1,34	1,7	
(4) D. ant. post. ex. sup.	-	-	-	-	1,57	1,53	-	1,52	1,30	1,18	1,74	2	
(5) D. tran. tróclea	0,77	0,75	0,61	0,95	-	0,88	0,75	-	-	-	0,73	0,95	
(6) D. tran. ext. inf.	1,5	1,40	1,31	1,72	-	1,72	1,77	-	-	-	1,33	1,74	
(7) D. ant. post. del cóndilo extenso.	0,77	0,85	-	1,15	-	1,21	1,05	-	-	-	1,11	1,36	
(8) D. tran. del hueso.	1,33	1,17	1,03	1,57	-	1,5	1,53	-	-	-	1,12	1,51	
(9) D. ant. post. del hueso.	0,71	0,75	-	-	-	1,49	0,93	-	-	-	1,24	1,63	

[illegible]

Segunda falange. * U.spelaesus

	s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	247	2352	2409	2414	2441	2495	2500	2541	2544	2563	2630	2704	2712	
(1) Longitud absoluta.	3,08	36,25	35,43	-	2,50	2,72	3,14	3,06	2,58	-	2,70	2,33	3,27	
(2) Altura de la tróclea	1,30	10,65	10,20	-	1,08	1,14	1,20	1,23	1,22	-	1,13	0,99	1,01	
(3) D. trans. de la ex- tremidad superior.	1,91	20,63	22,30	-	1,72	1,96	1,59	1,78	1,60	1,68	1,65	1,71	2,03	
(4) D. ant.post. de la extr. superior.	1,54	17,70	16,80	-	1,33	1,35	1,60	1,72	1,20	1,04	1,26	1,10	-	
(5) D. trans. de la tró- clea.	1,57	16,60	15,60	-	1,60	1,64	1,20	1,34	1,16	-	1,05	1,10	-	
(6) D. trans. de la extr. inferior.	1,12	19,50	17,40	-	1,41	1,30	0,89	1,08	1,05	-	1,33	1,33	1,19	
(7) D. ant.post. del cón- dilo interno.	1,36	-	-	-	1,26	1,30	1,42	1,20	1,10	-	1,11	1,12	1,41	
(8) D. ant.post. del cón- dilo externo.	1,40	14,90	13,90	-	1,34	1,51	1,00	1,72	1,09	-	1,26	1,08	-	
(9) D. trans. del hueso.	1,75	15,10	15,00	9,40	1,35	1,58	1,33	1,16	1,26	1,40	1,30	1,26	1,55	
(10) D. ant.post. del hueso.	0,86	9,50	9,50	4,00	1,00	1,02	1,10	1,48	0,71	0,84	0,64	0,60	0,93	

Segunda falange t t t t t t t t t t t t t t t

	1403	1416	1505	1541	1549	1609	1631	1731	1817	1837	2155	2225	2226	2334
(1)	35,60	-	-	-	28,10	-	-	-	-	33,30	23,05	32,10	31,20	28,90
(2)	10,50	3,90	5,55	5,60	9,30	4,10	4,45	-	-	9,50	8,00	14,55	11,35	8,10
(3)	20,60	-	-	-	18,75	-	-	-	-	19,70	16,70	18,20	15,45	16,95
(4)	17,10	-	-	-	15,25	-	-	16,30	-	17,45	11,20	15,70	16,15	13,25
(5)	10,25	9,90	9,90	9,80	14,40	8,60	9,00	-	11,60	15,60	13,05	12,05	10,75	13,00
(6)	17,15	11,25	11,50	10,75	13,30	0,25	10,20	-	13,70	17,20	14,10	12,85	11,85	15,50
(7)	14,80	7,70	7,45	-	10,15	6,20	5,35	-	8,60	17,30	12,25	17,15	12,65	12,80
(8)	15,30	10,55	10,70	8,35	13,65	7,40	8,30	-	10,95	15,35	12,90	13,40	12,10	11,70
(9)	9,40	5,50	6,05	5,55	7,20	5,30	5,80	9,80	8,20	9,70	8,15	14,25	10,00	6,60

Segunda falange t t t t t t t t t t t t t t t

	006	005	047	056	1067	1225	1276	1325	1346	1367	1382	1394	1395	1396
(1)	33,20	24,95	27,00	24,55	26,50	26,95	29,65	32,00	31,20	32,00	26,55	25,60	31,25	32,95
(2)	8,30	7,15	8,45	8,15	8,10	8,60	8,00	10,15	9,95	10,20	8,18	7,55	9,35	8,50
(3)	21,05	18,10	19,50	18,45	17,65	17,90	17,20	20,20	18,40	20,30	18,00	19,15	16,10	18,60
(4)	17,90	14,10	18,70	14,85	13,70	14,30	14,40	17,40	14,30	16,20	13,80	14,35	14,40	15,00
(5)	16,00	13,30	14,10	13,45	13,00	13,05	14,35	14,90	13,65	16,90	13,70	13,50	14,55	14,00
(6)	10,75	15,70	16,40	15,15	15,60	14,70	16,00	10,40	15,45	18,65	14,65	15,45	15,75	15,50
(7)	14,65	12,05	13,80	12,50	11,85	12,30	13,10	16,20	13,60	14,80	12,25	12,40	12,00	13,40
(8)	15,20	14,00	14,55	9,00	13,35	14,10	13,95	19,60	13,05	15,45	13,70	19,10	12,90	14,20
(9)	9,35	8,10	9,90	13,90	7,70	7,75	8,30	11,15	7,65	8,85	8,35	9,50	6,70	15,30

Segunda falange

	s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	19	53	146	274	320	344	359	382	521	789	778			
(1) Long. absoluta	27,90	29,65	25,60	23,05	26,35	29,70	28,05	34,20	32,30	35,00	33,90			
(2) Alt. de la tróclea	9,40	10,40	7,65	6,65	8,23	8,70	10,10	8,05	9,30	9,80	9,90			
(3) D. trans. de la ex-sup.	19,70	17,75	19,35	15,80	16,05	16,90	19,35	20,35	20,00	21,05	20,50			
(4) D. ant. post. ex. sup.	15,20	14,55	15,25	12,90	13,55	12,90	15,30	16,00	17,70	17,10	15,35			
(5) D. tran tróclea	14,50	14,00	13,00	10,70	13,70	12,40	15,60	15,40	15,35	16,20	16,10			
(6) D. tran. ext. inf.	15,00	15,60	16,10	12,20	16,30	14,20	17,00	16,80	17,85	17,75	17,80			
(7) D. ant. post. del cón- dilo ext.	14,25	13,00	13,80	10,00	14,10	12,70	14,95	13,30	14,00	12,55	13,50			
(8) D. tran. del hueso	14,15	13,40	15,25	11,30	14,15	11,35	15,35	15,00	15,70	15,60	15,05			
(9) D. ant. post. del hueso	0,20	0,05	9,15	7,90	8,75	7,55	9,80	8,80	9,50	8,75	9,20			

U. spelaeus

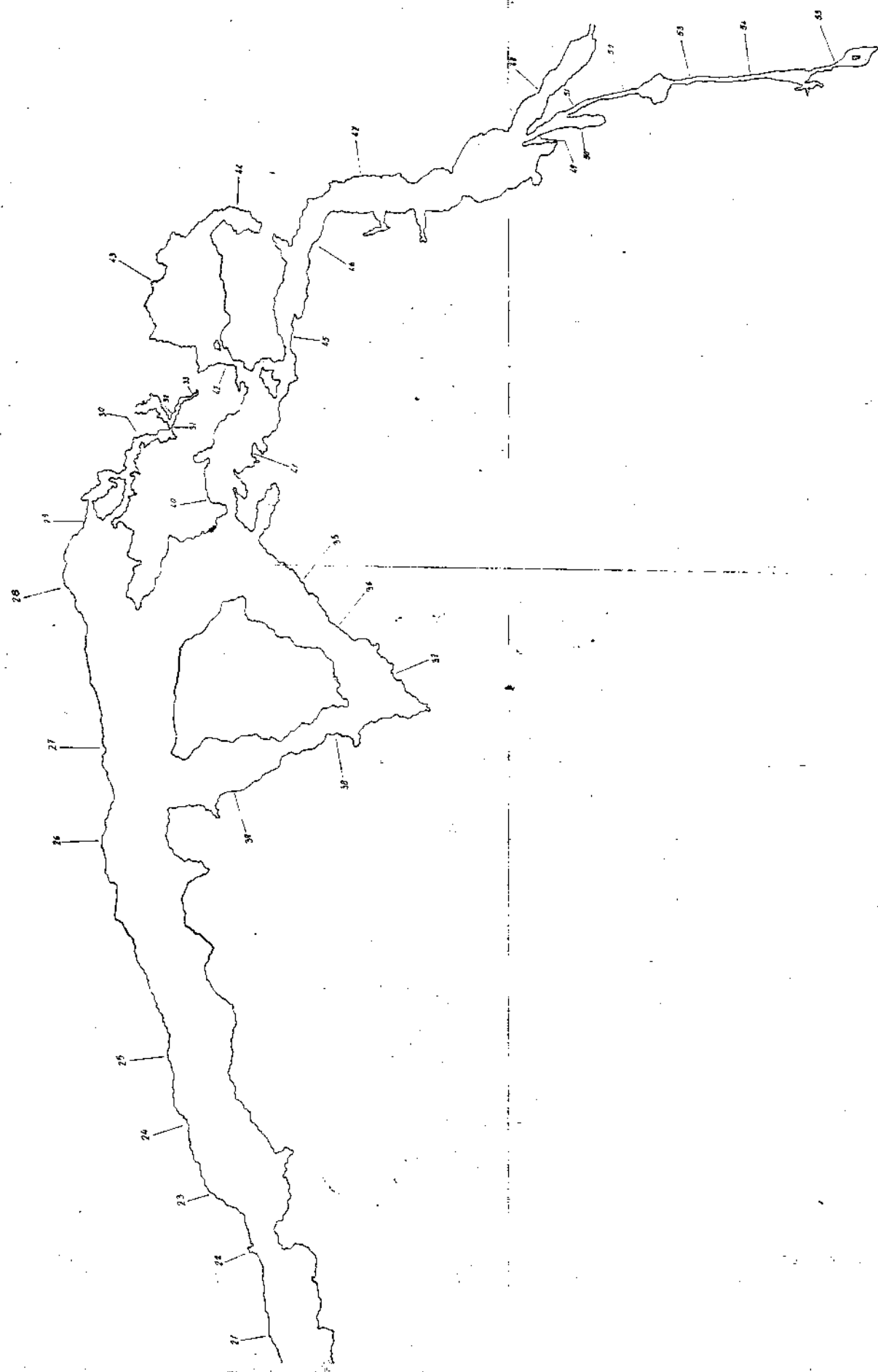
Tercera falange	s	s	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	41	106	96	112	358	379	523	569	735	781	794	903	953	1002
(1) Long. absoluta	296)	53,7	39,15	32	45,7	-	37,5	37	34,3	44,7	40	49	-	47,2
(2) Lon. de la cara sup.	16,2	15,8	24,19	29,3	29,5	25,1	25,8	27,5	20,7	20,2	22,9	-	-	25,9
(3) Long. del borde ant.	20,6a)	31,2	38,99	33,6	41,9	-	30,2	35,3	32,4	39,7	34,6	-	25,2	43,1
(4) Alt. del hueso en la omicencia piramidal.														30
(5) Long. máxima de la sup. articular	10	12,9	11,50	14	16,2	14,5	13	12,1	14	20	12,7	-	-	18,5
(6) Anchura máxima del hueso.	9,9	12	15,50	13,3	15,1	16,8	13,7	11,0	14,7	15,9	13,5	15,3	10,5	15,4
(7) Anchura máxima de la sup. articular.	8,8	10,8	13,40	14,1	17,6	15,7	12,7	12,6	13,5	15,5	11,4	-	8,6	15

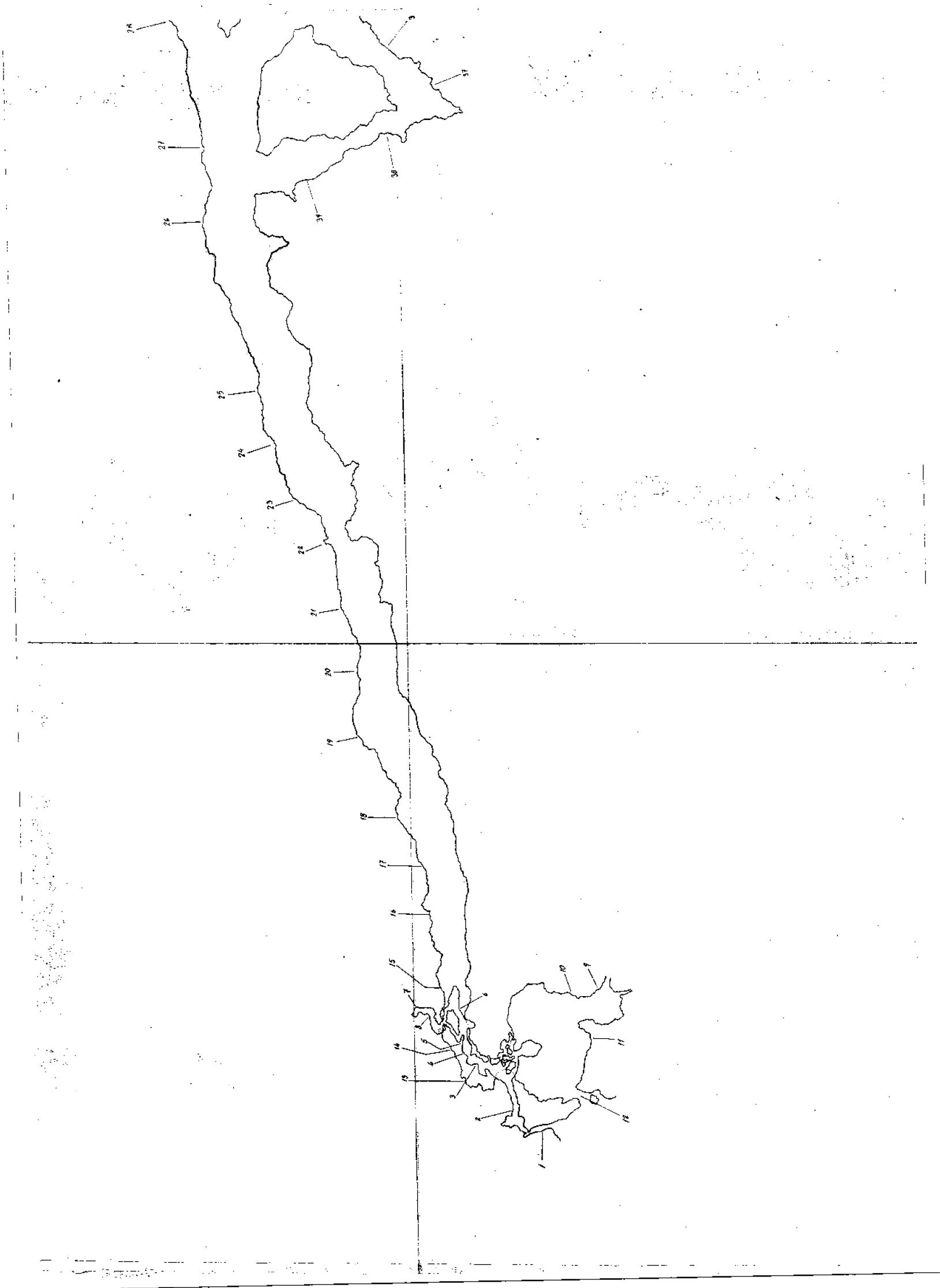
Tercera falange	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	1040	1055	1079	1159	1205	1223	1236	1238	1344	1350	1399	1426	1473	1575	1632
(1)	36,7	42,9	47,20	38,5	27,2	44,40	48,9	34,1	32,5	33,80	-	44,5	43,5	35,7	38,7
(2)	25,3	38	25,05	21,8	17,2	28,05	27,7	21,6	28,9	24,40	-	27,5	30,3	22	25,1
(3)	35,8	24,8	41,30	34,2	25	45,30	43,5	32,1	30,5	34,05	-	40	41,7	36	41,20
(4)						10,7									
(5)	15	13,3	11,45	13,3	9,9	17,40	14,7	15,2	14,7	12,60	14,9	17,9	15,2	12,5	14,7
(6)	15,8	16,4	14,20	10,9	10,9	16,70	15	13,8	14,6	13,80	21,3	16,5	17	13,5	14,0
(7)	14,4	14,5	13,85	10,1	8,7	15,50	15,2	12,4	12,5	11,50	13,8	15,5	14	12,2	12,6

Tercera falange	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	1672	1870	1973	1951	1838	2054	2077	2079	2114	2162	2165	2320	2329	2338	2355
(1)	-	28,5	32,1	39,75	34,9	24	37,7	52a)	25	38,15	34,2	36,10	41,35	38,6	39,7
(2)	28,55	-	22,4	27,00	25,3	19,3	25,9	19,4	16,7	25,10	24,1	27,45	25,95	24,2	25,6
(3)	-	27,4	33,1	40,35	38,9	25	33	29,2	23,6	38,90	33,3	37,85	40,25	37,4	37,7
(5)	15,30	-	-	16,35	15,7	10,4	15,3	10,7	8,6	11,50	14,2	27,42	14,0	14,3	14,8
(6)	15,80	12,3	14,4	16,10	16,8	11,9	15,8	13,1	9,3	15,50	16,2	15,35	16,4	12,7	16,6
(7)	14,80	11,1	13,2	13,30	14,6	10,8	13,9	12,5	8,2	13,40	13,5	13,10	14,3	10,0	14,2

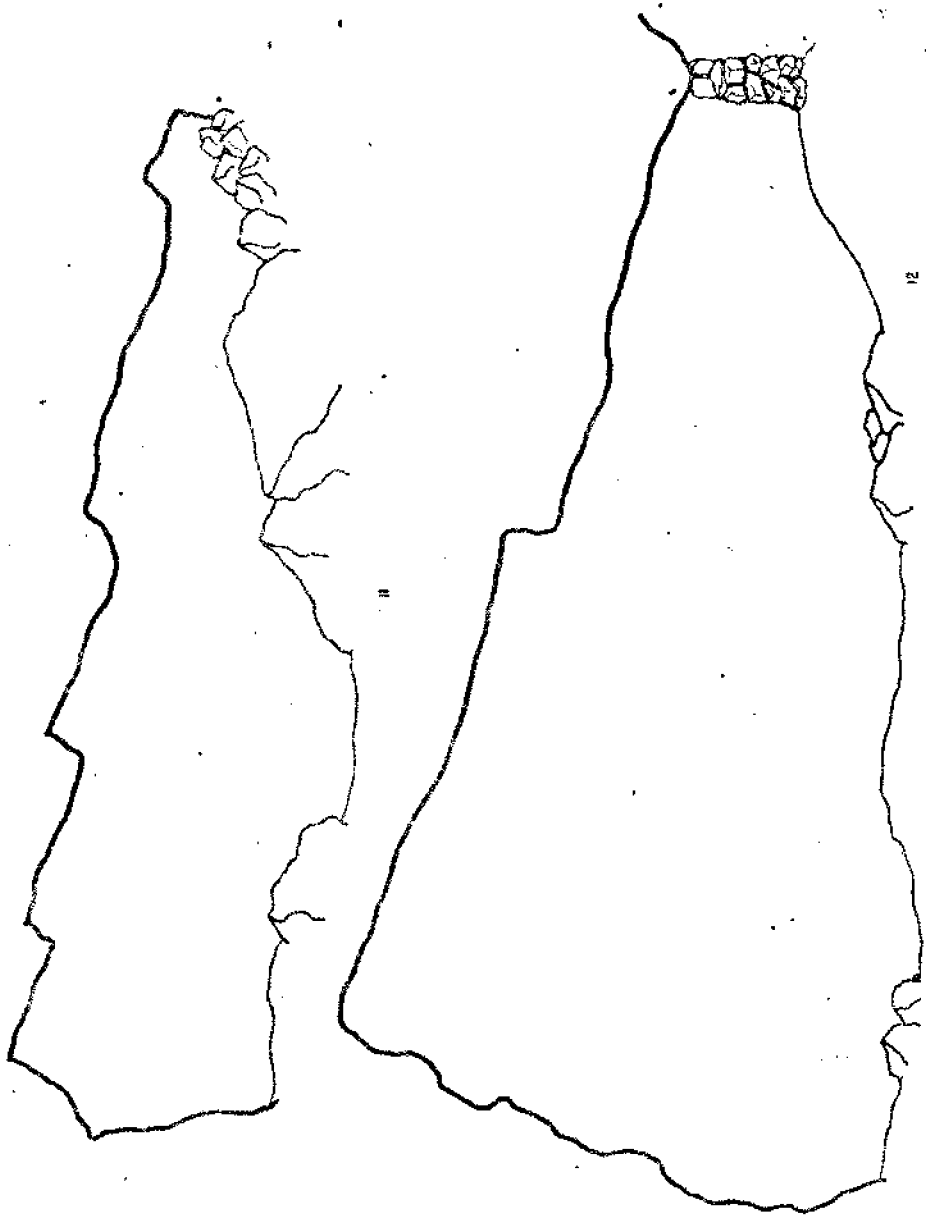
Tercera falange x	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	2462	2510	2514	2524	2547	2514	2640	2659	2685	2692	2730	2750	2793		
(1) Long. de la apófisis de la garr.	-	2,38	2,50	-	2,74	-	-	-	1,74	2,26	-	2,24	-		
(2) D. trans. de la apófisis de la garr.	0,69	2,12	0,98	0,74	0,90	0,93	0,74	0,68	0,78	0,99	-	0,84	1,01		
(3) D. ant.post. de la apófisis de la garr.	1,39	2,42	2,06	1,55	2,54	1,84	2,19	1,60	1,83	2,21	-	1,73	2,32		
(4) D. ant.post. del repliegue.	-	1,96	2,25	2,20	2,63	2,13	2,44	2,73	1,84	2,44	-	2,14	1,43		
(5) Altura del repliegue.	1,42	1,92	1,89	1,40	1,91	1,43	1,55	1,33	1,41	1,67	-	1,53	1,52		
(6) D. trans. del repliegue.	1,14	0,90	1,43	-	1,69	1,26	-	1,25	1,39	1,59	-	1,45	0,94		

3a. falange x	t	t	t	t
	2840	2902	2915	2969
(1)	1,55	-	-	2,10
(2)	1,54	0,89	1,86	2,08
(3)	2,46	2,21	2,22	2,32
(4)	1,33	-	1,34	1,89
(5)	1,44	1,28	1,45	1,56
(6)	0,74	1,50	0,85	0,83



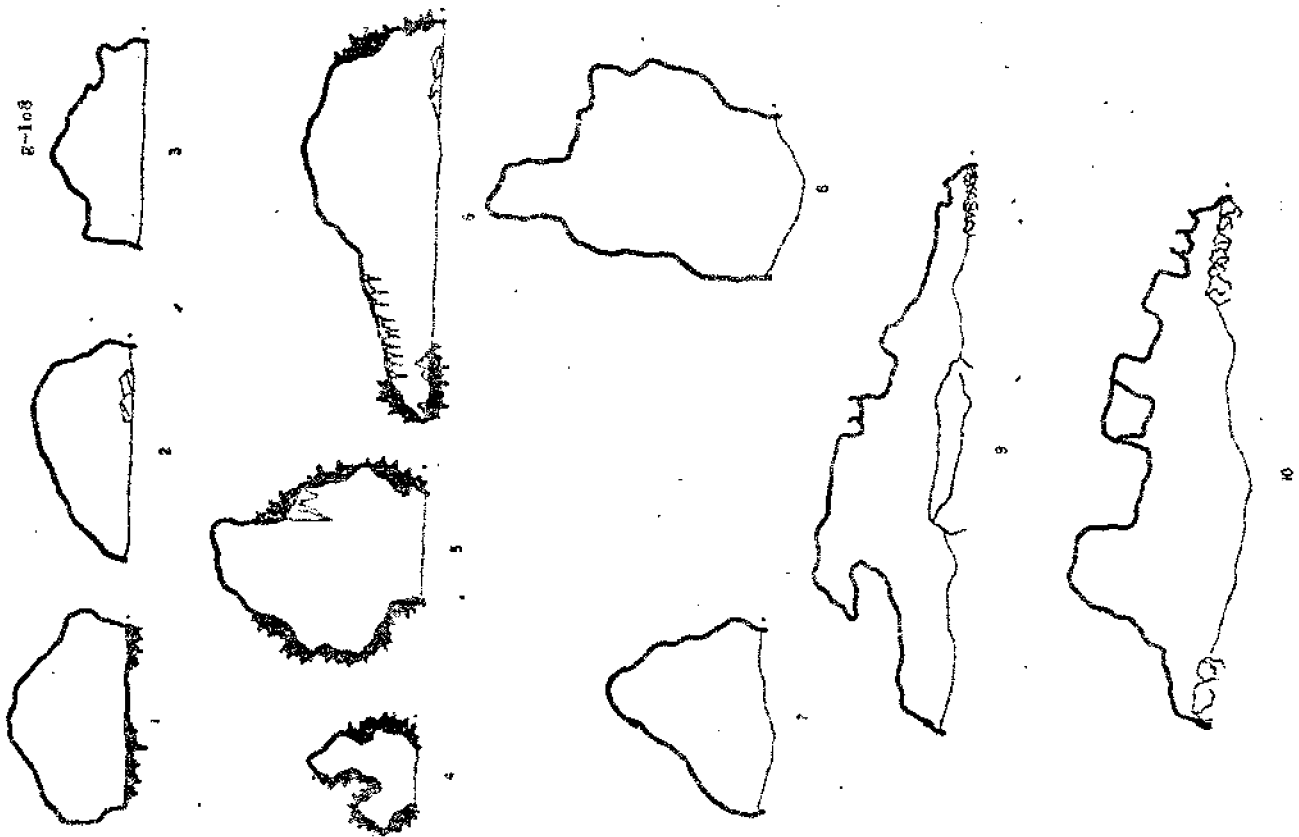


R-1099



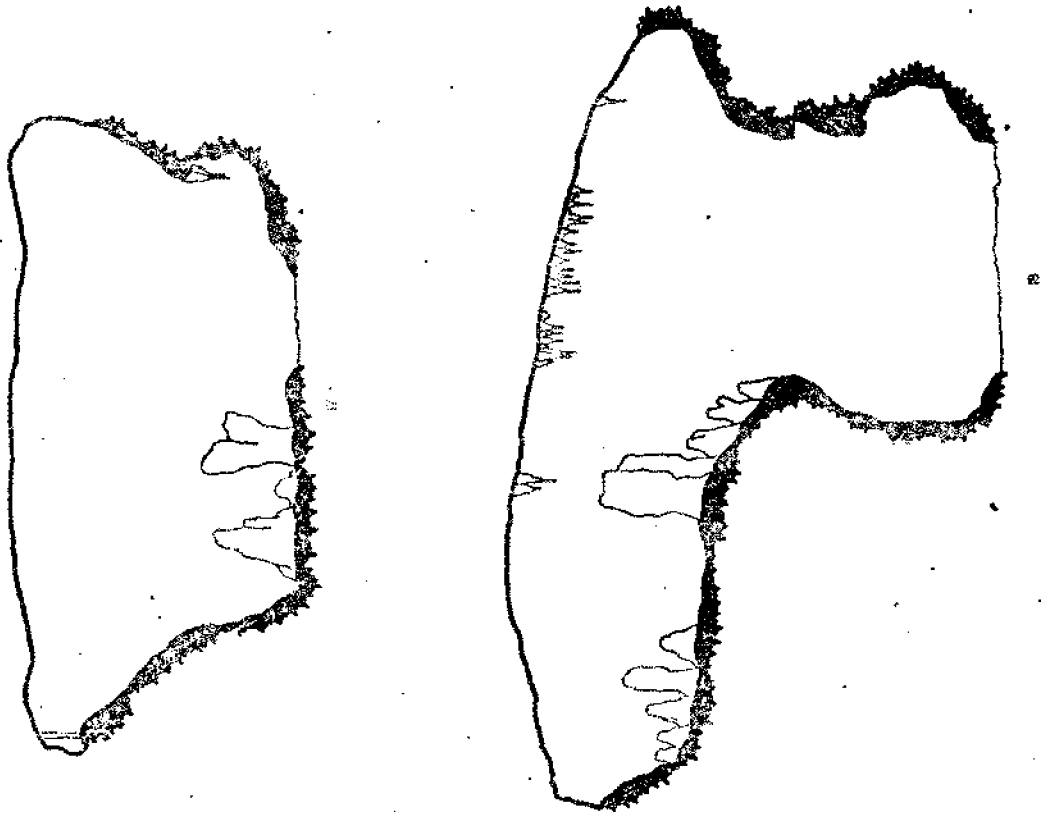
12

801-2



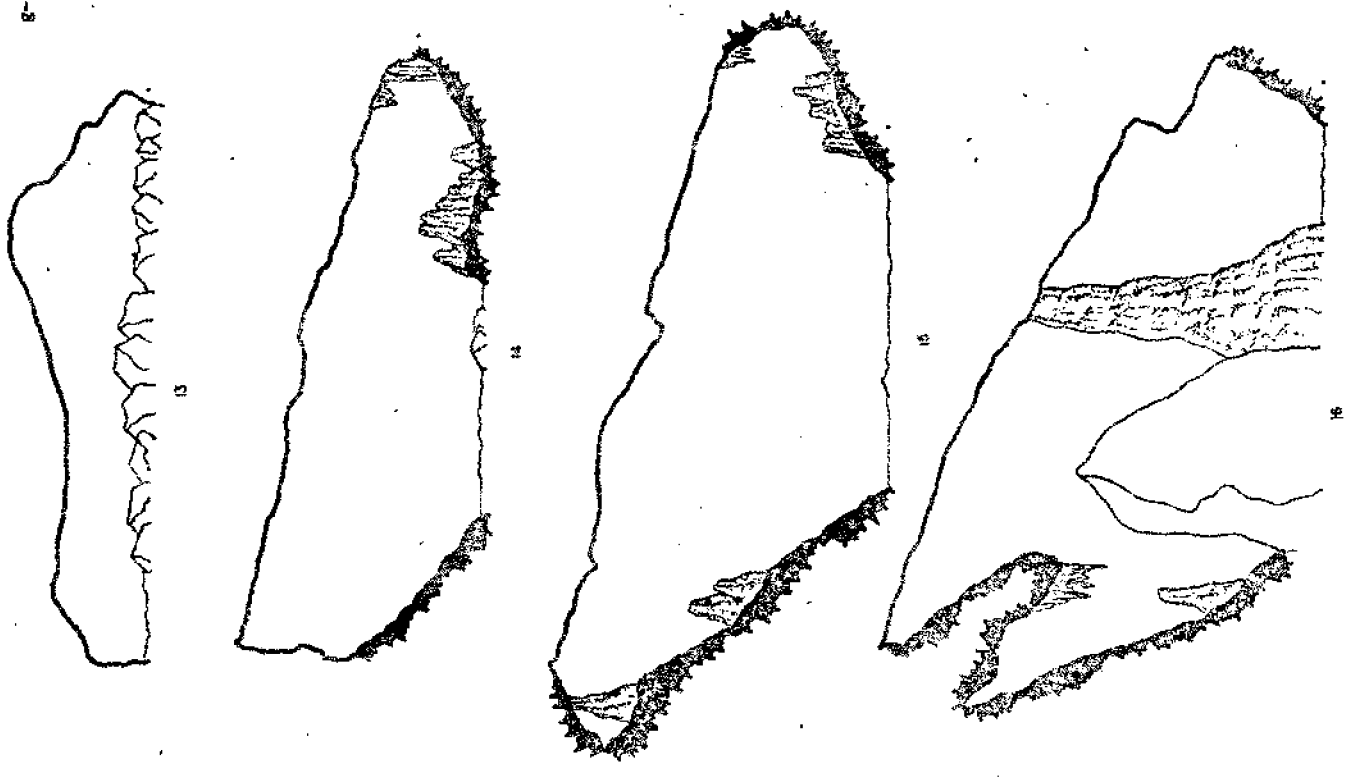
| | | | |

g-111

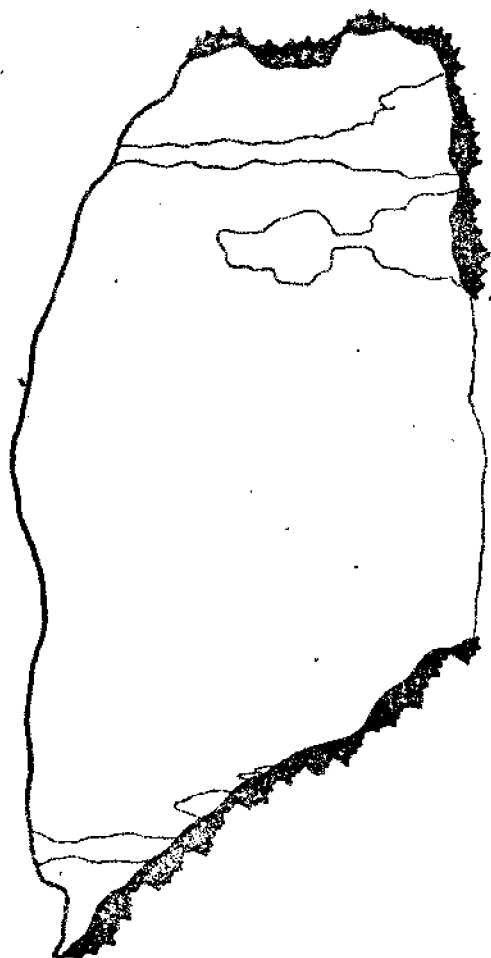


| | |

g-110



g-113

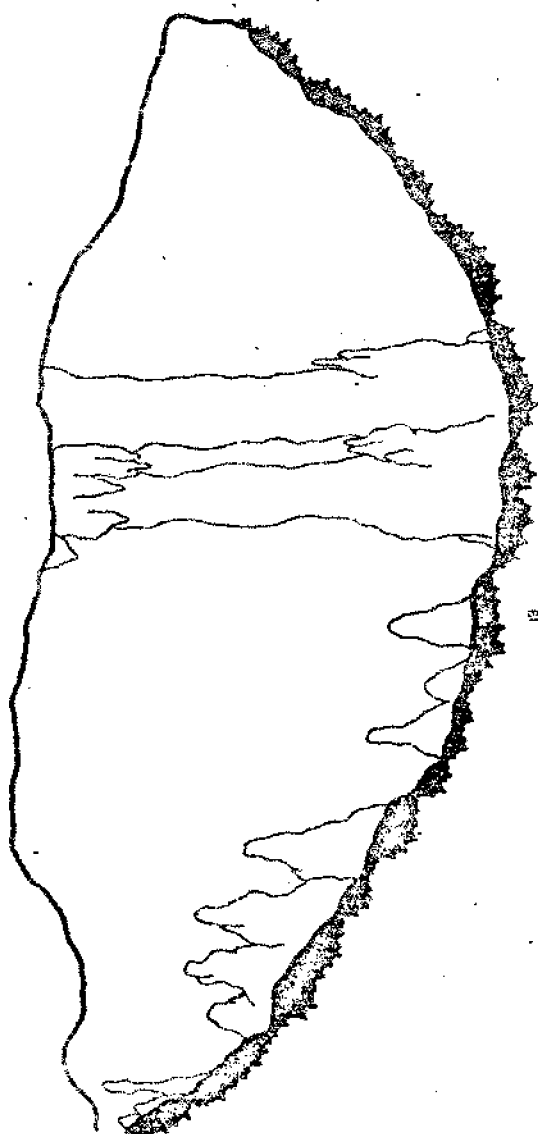


20

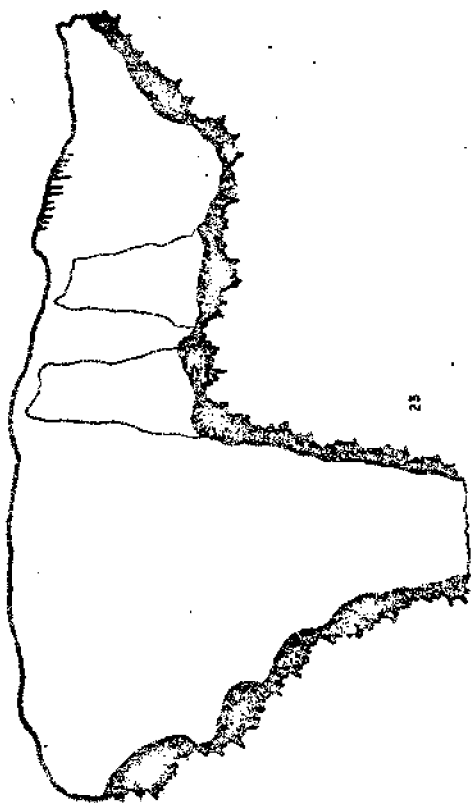
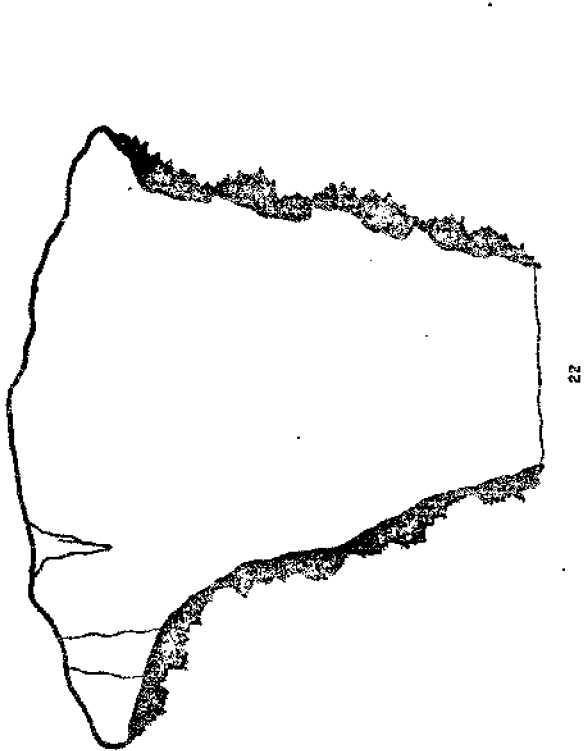
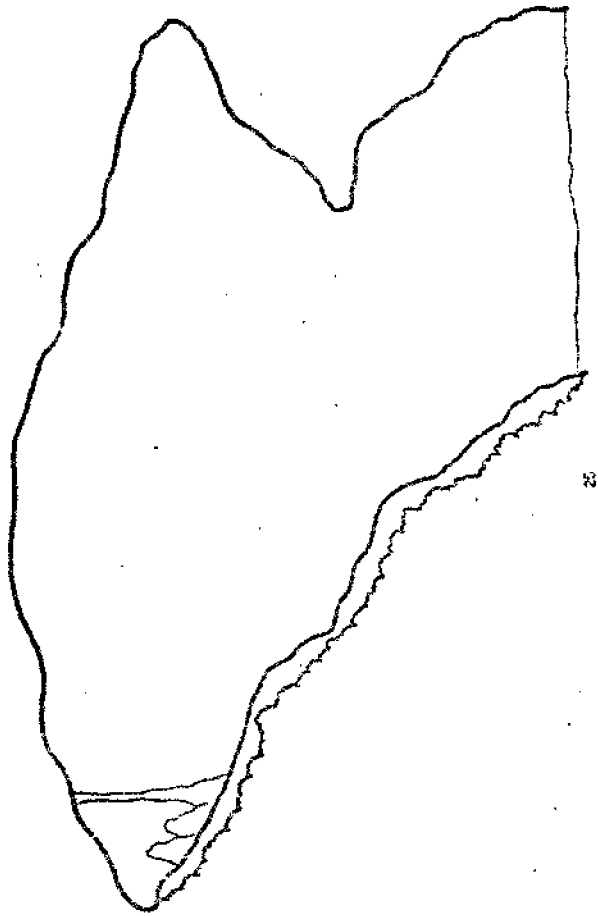
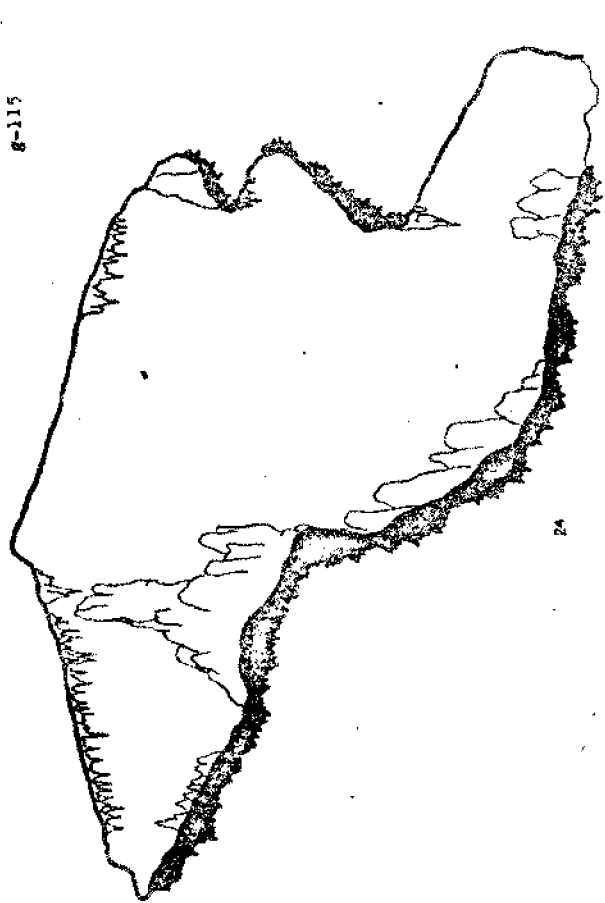


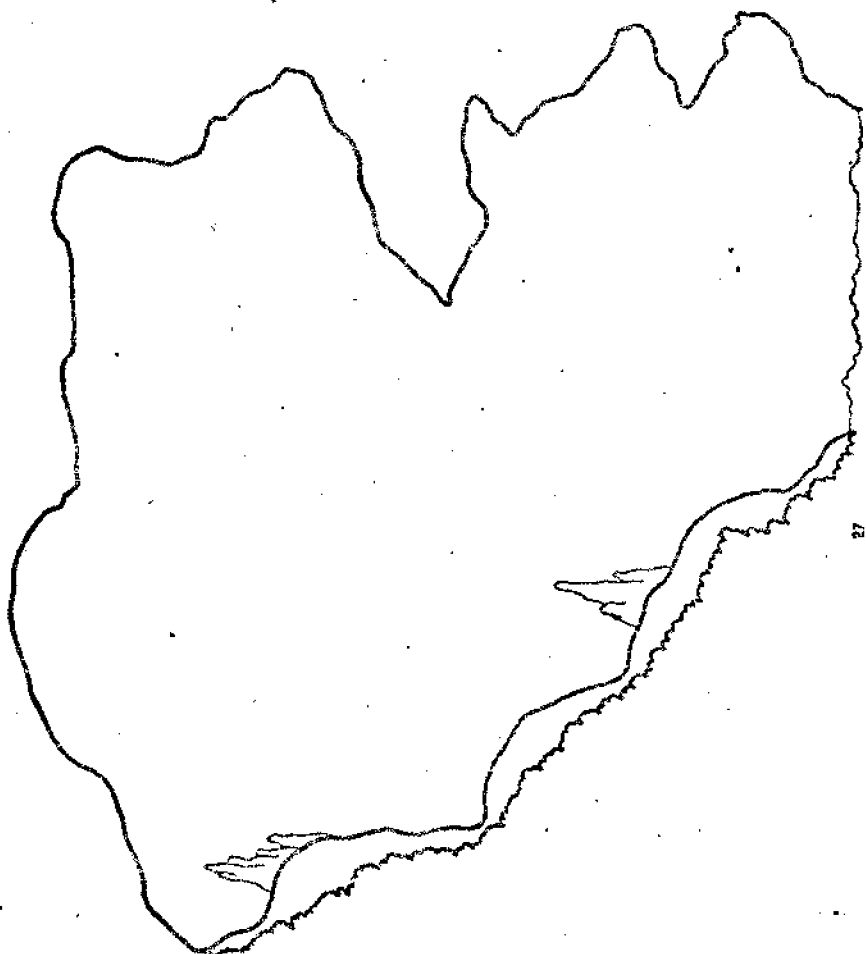
12

g-112

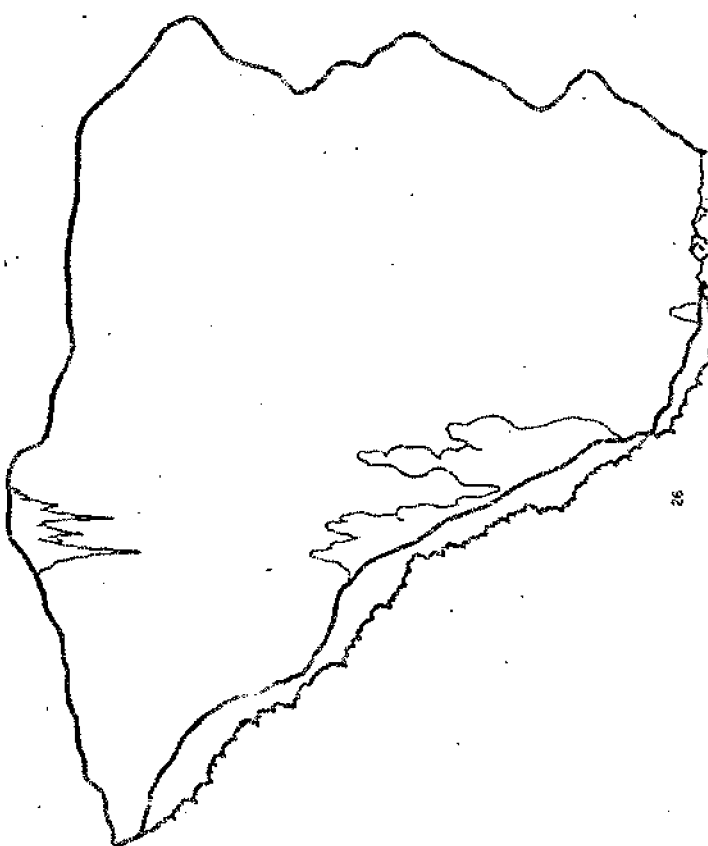


12



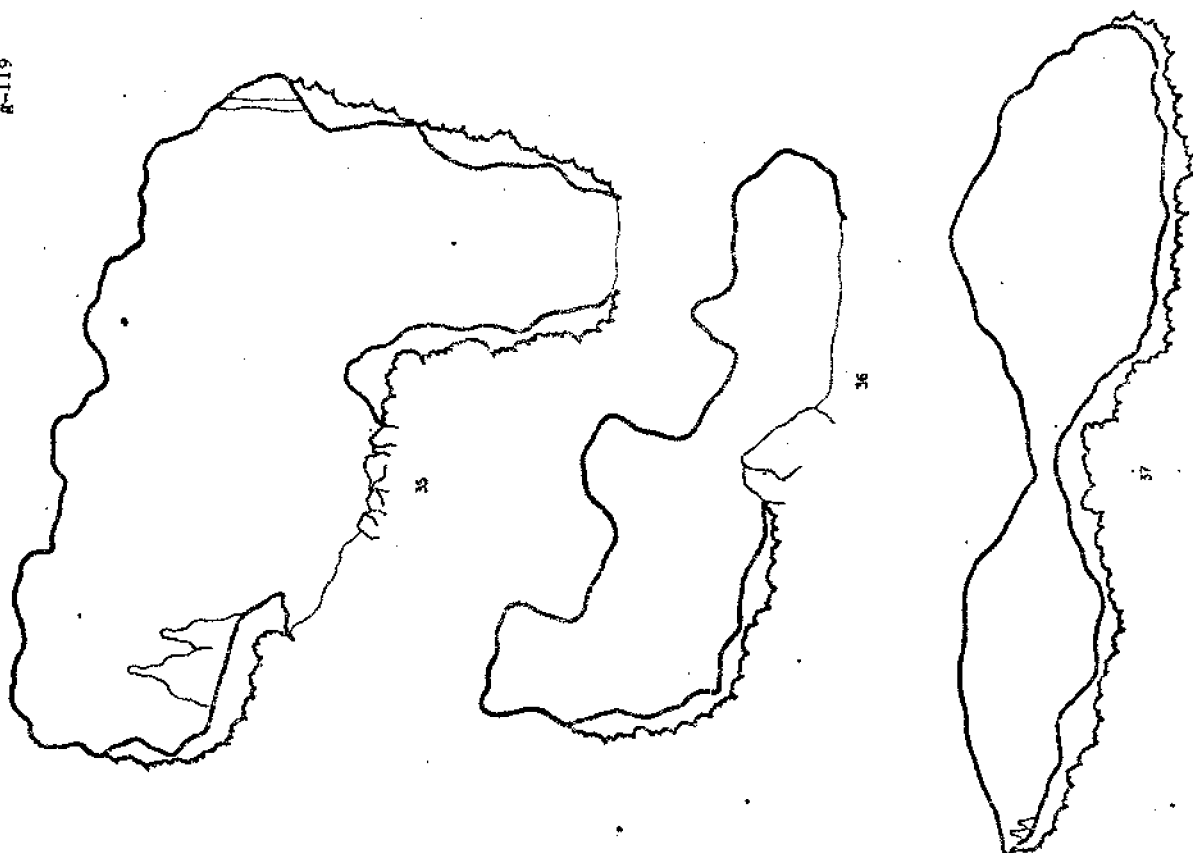


8-117

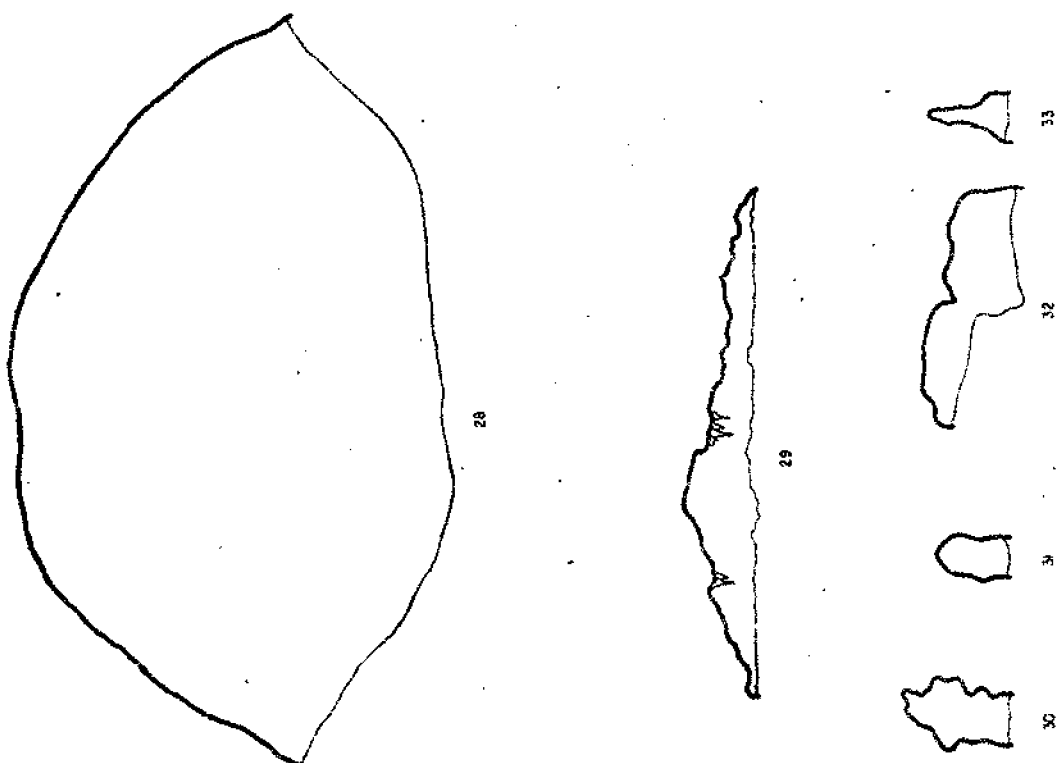


8-116

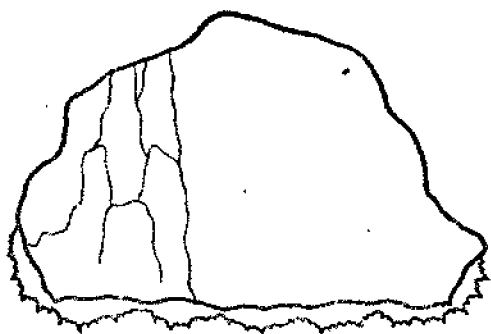
R-119



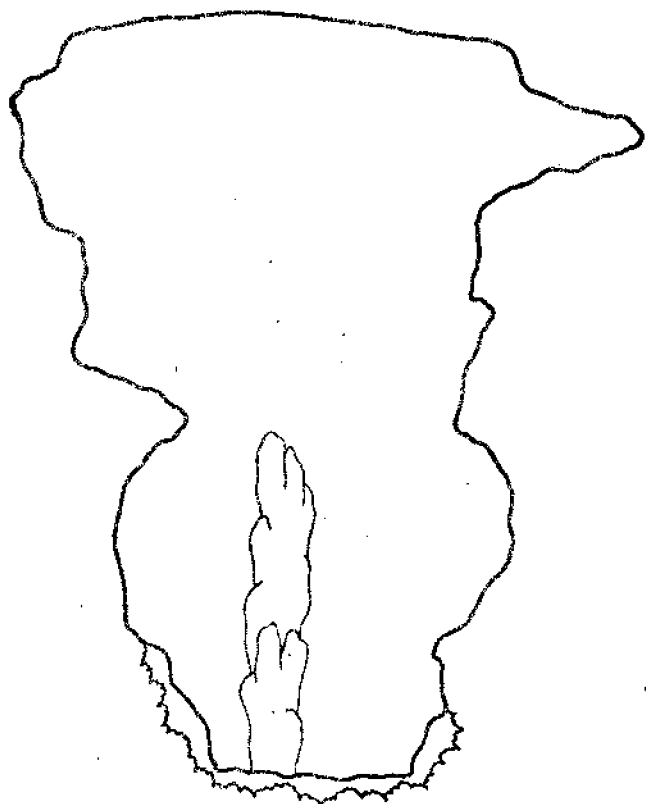
R-118



g-120

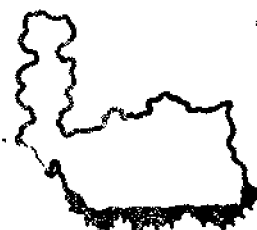


38

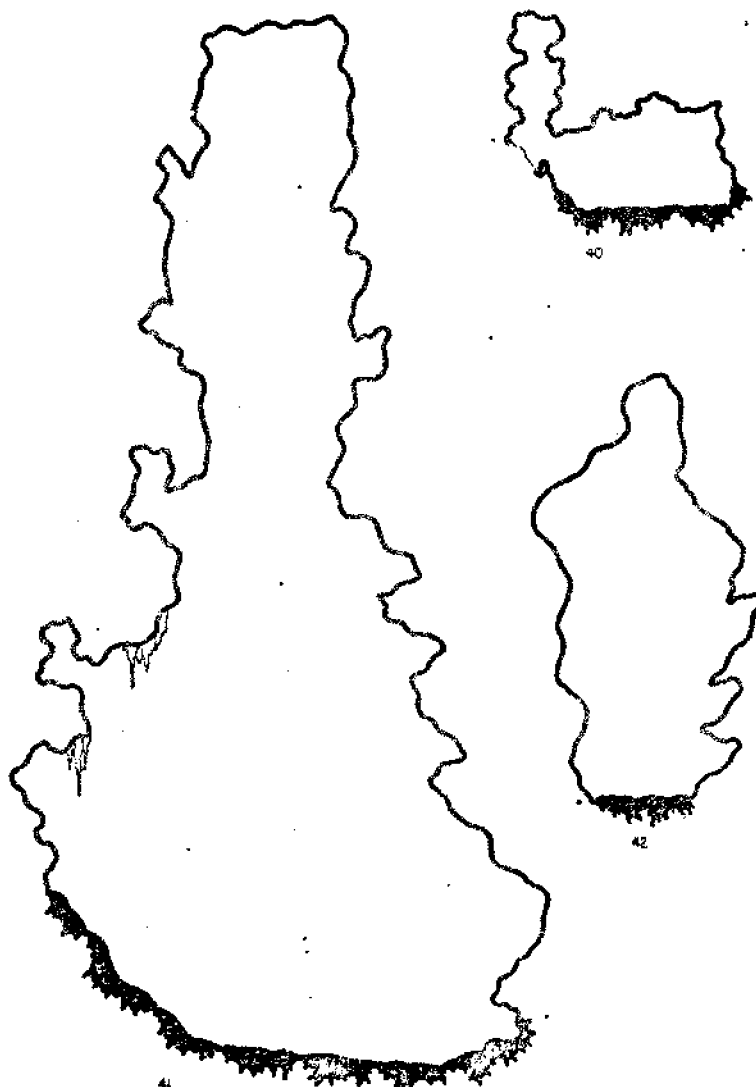


39

g-121

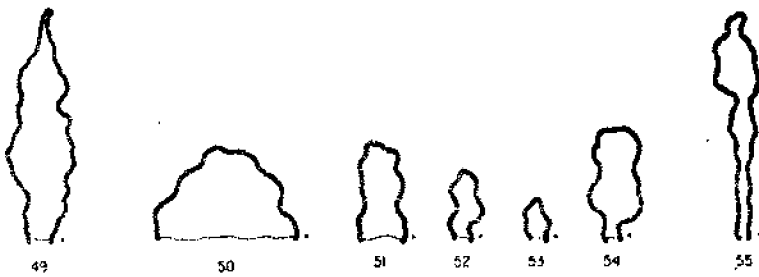
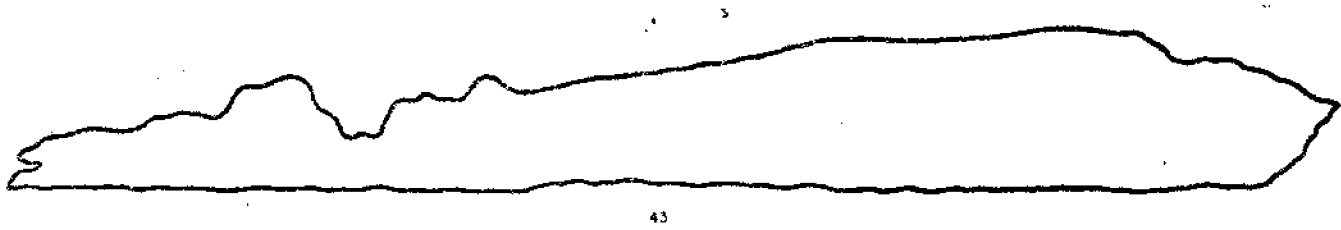


40



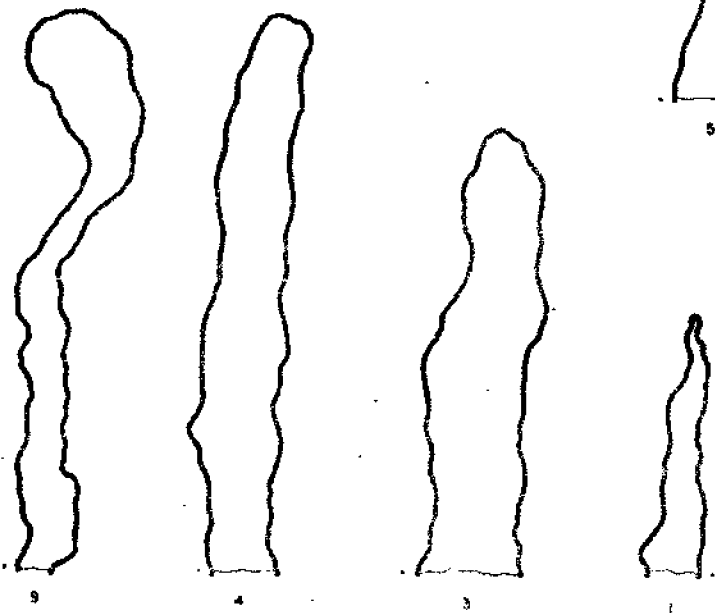
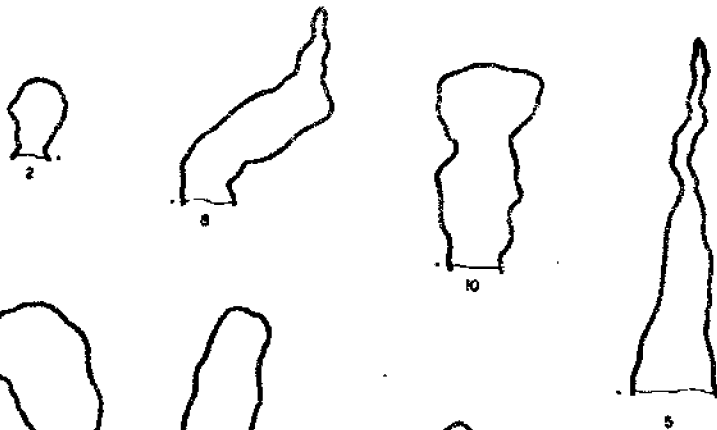
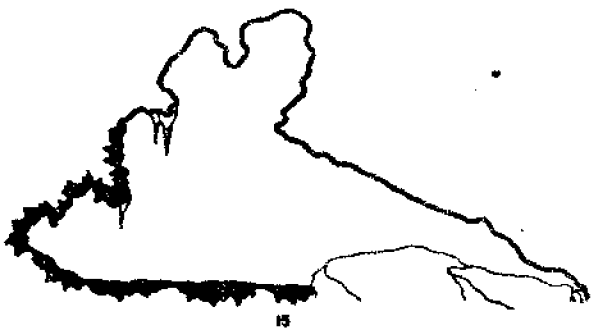
41

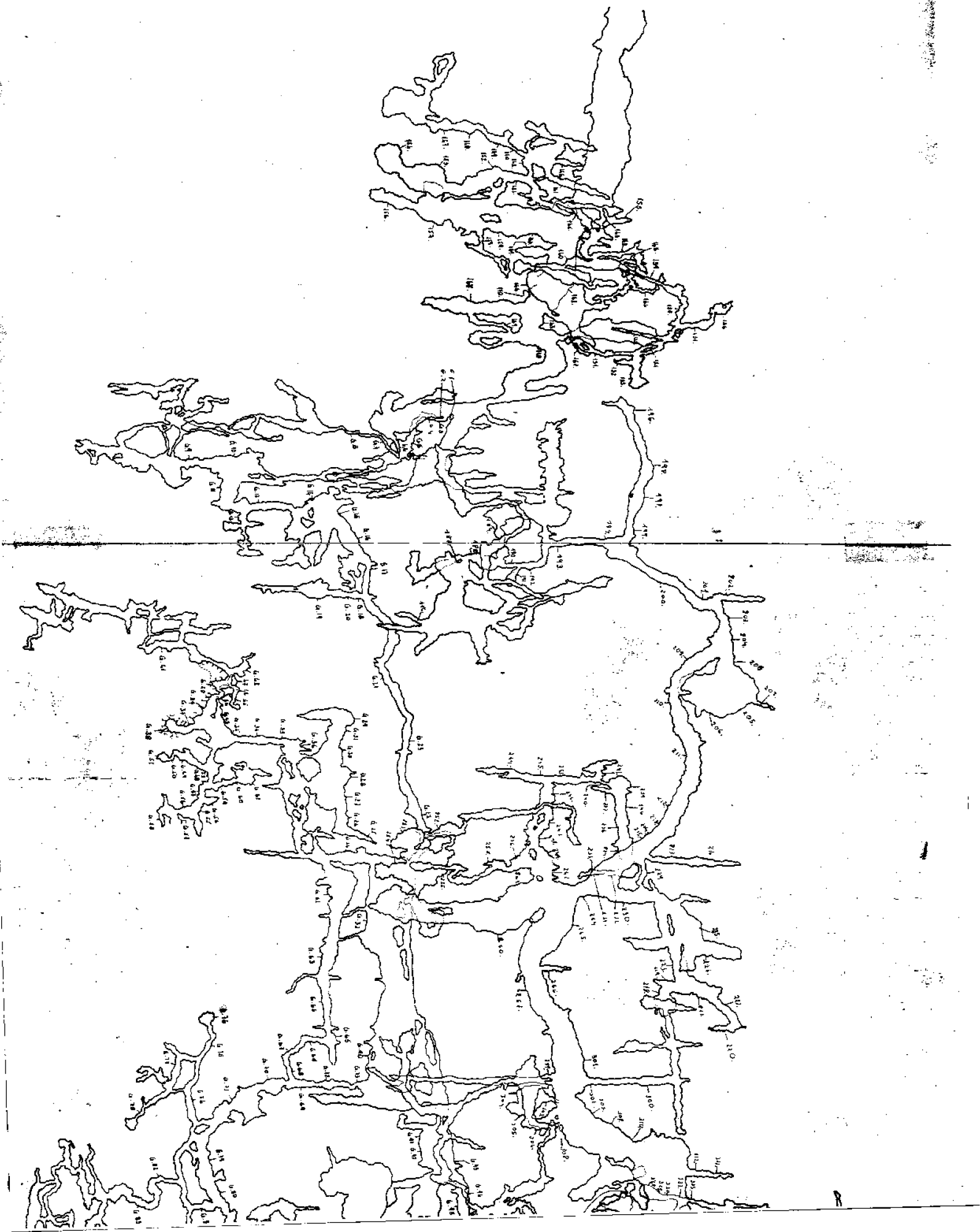
42

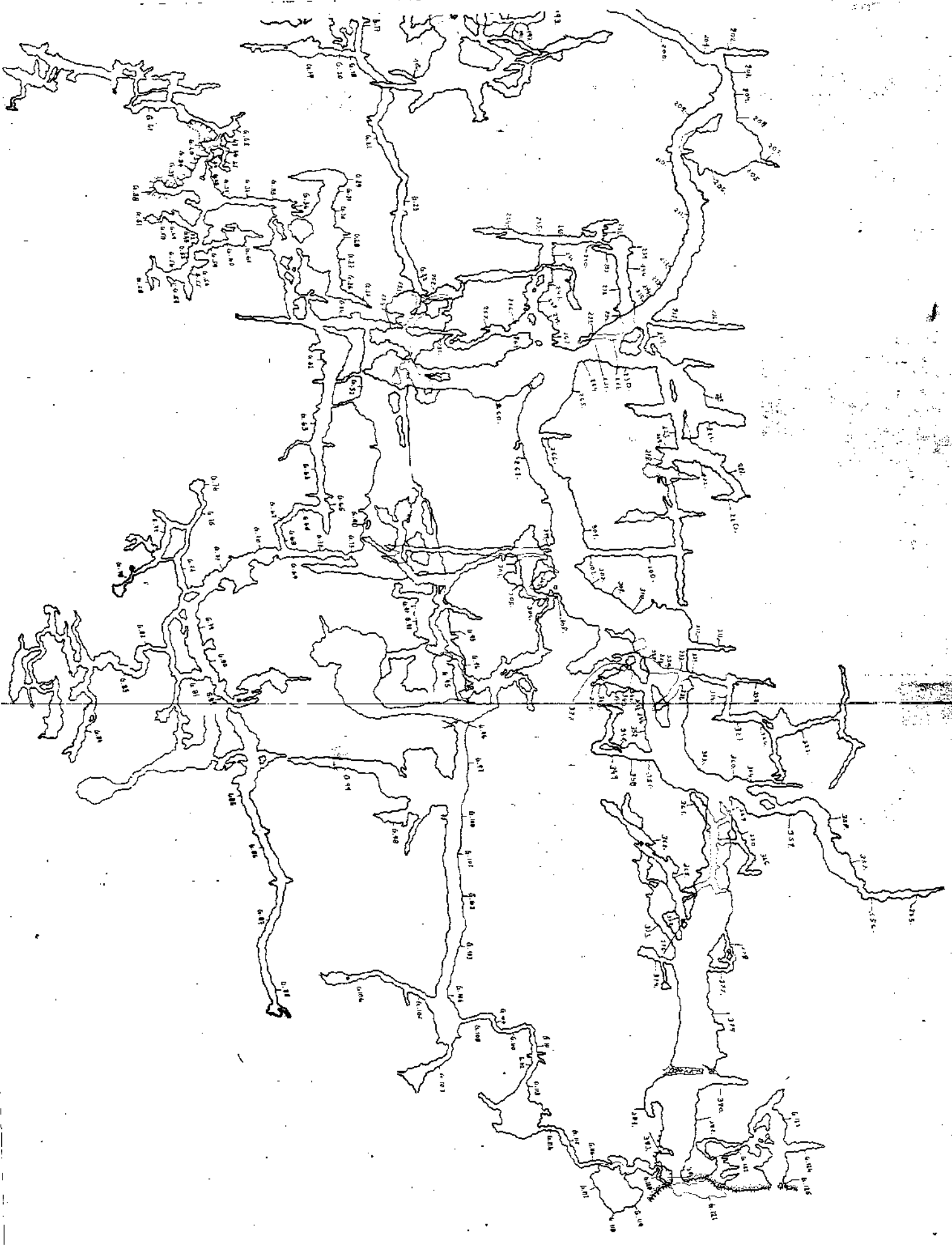


g-122

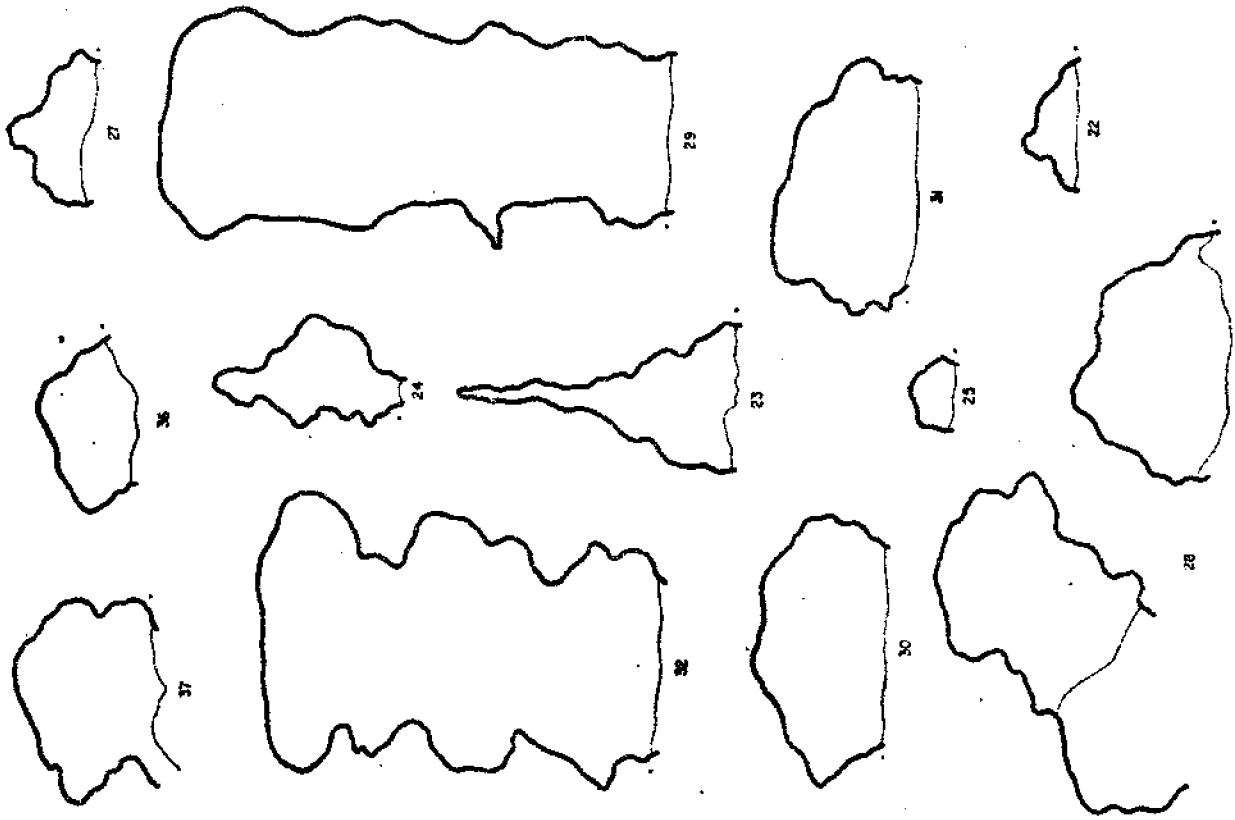
g-123







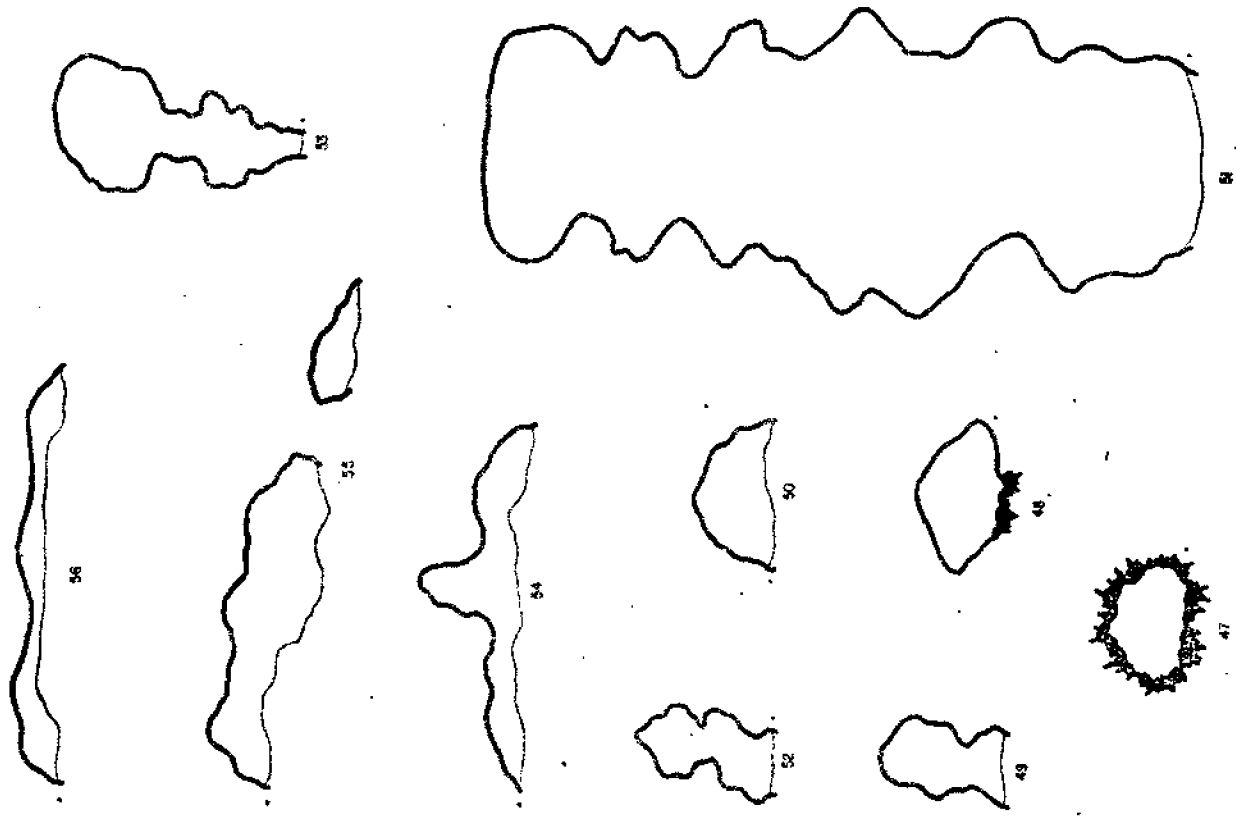
8-125



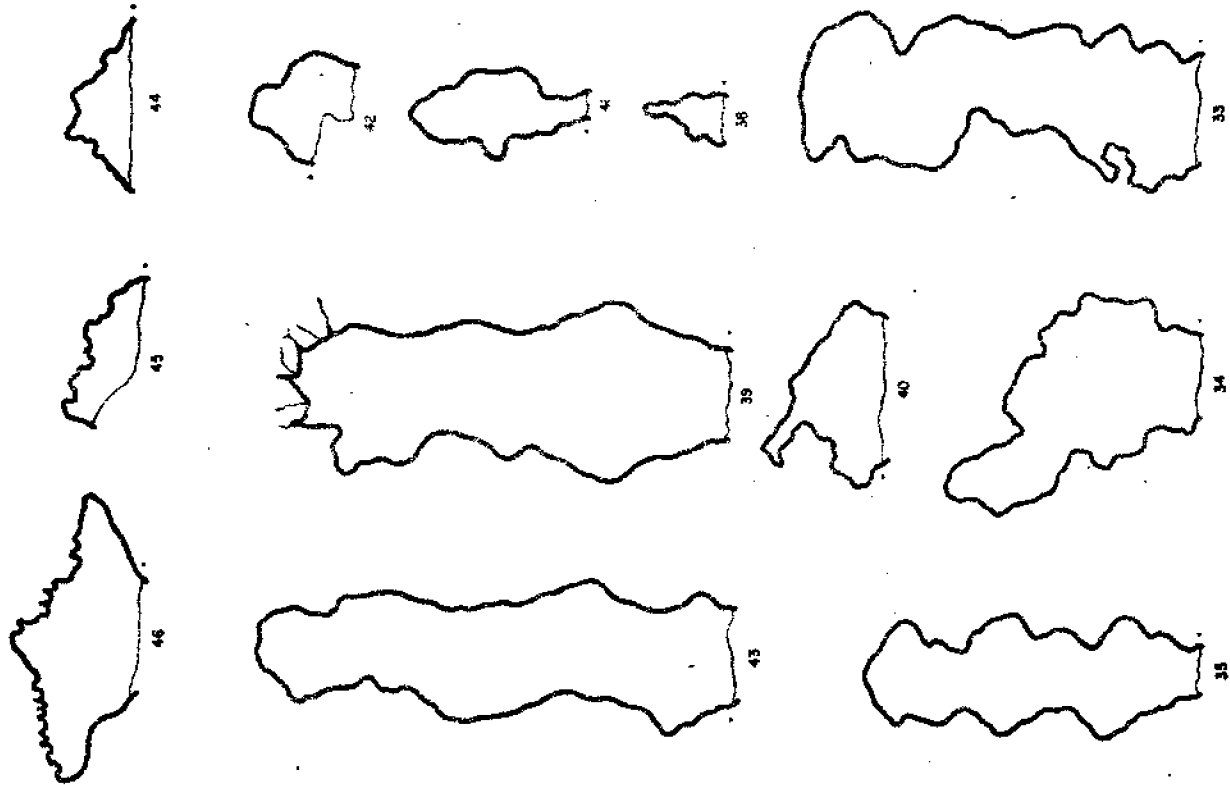
8-124



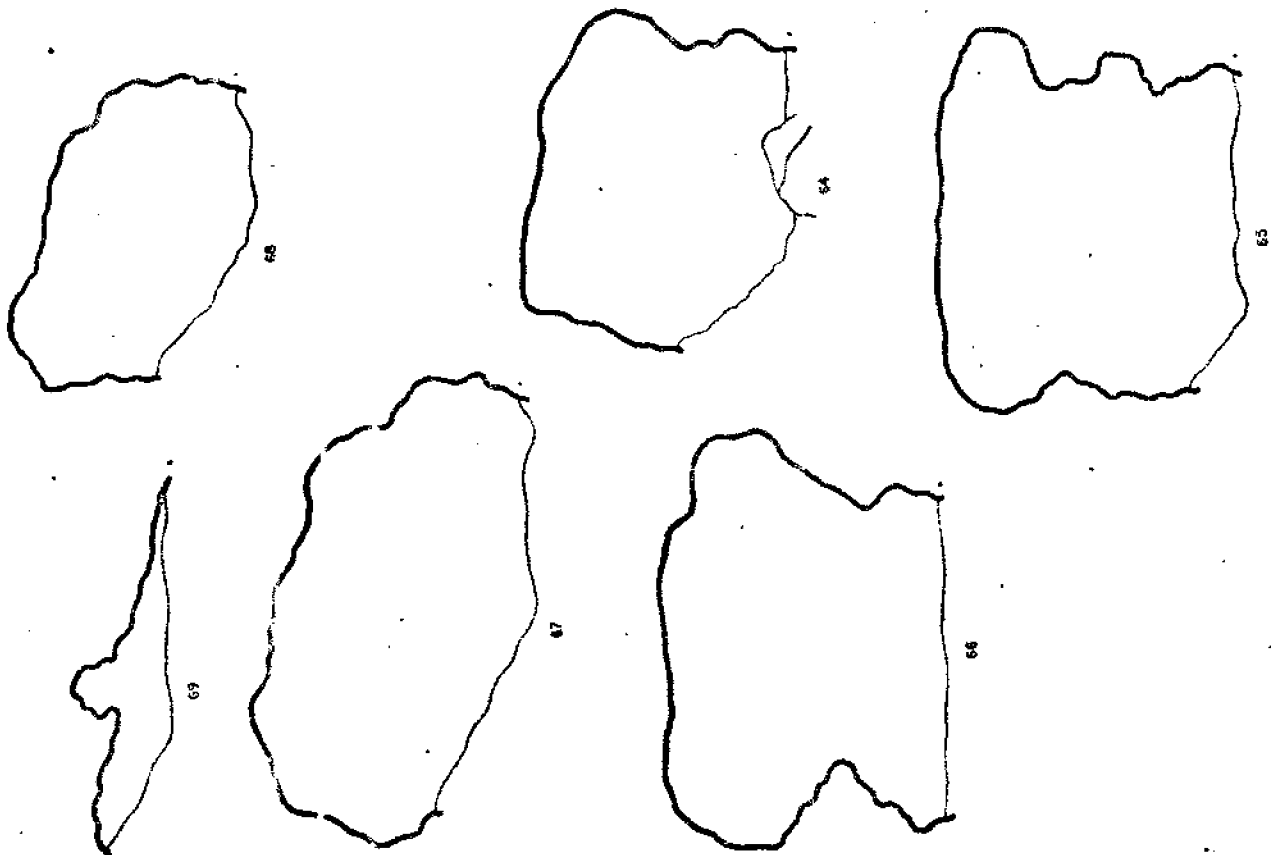
g-127



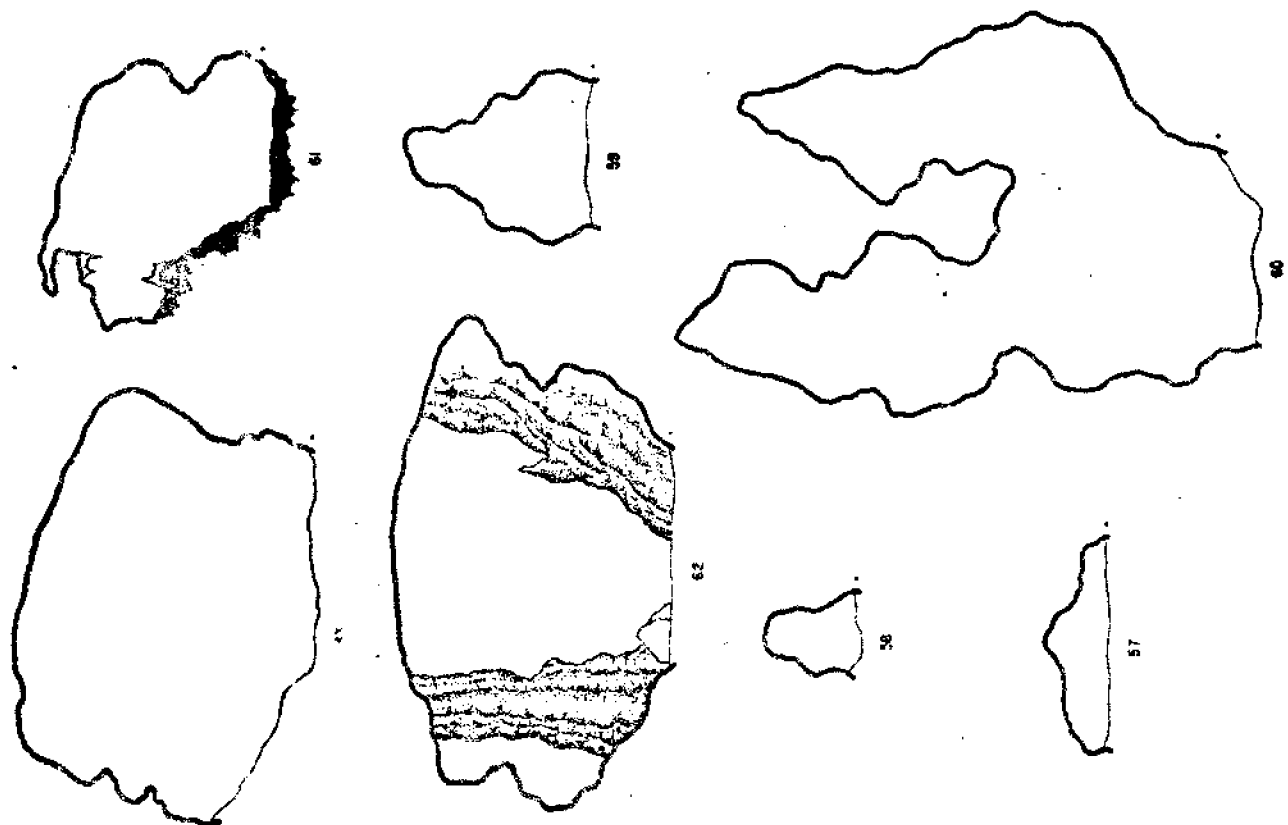
g-126

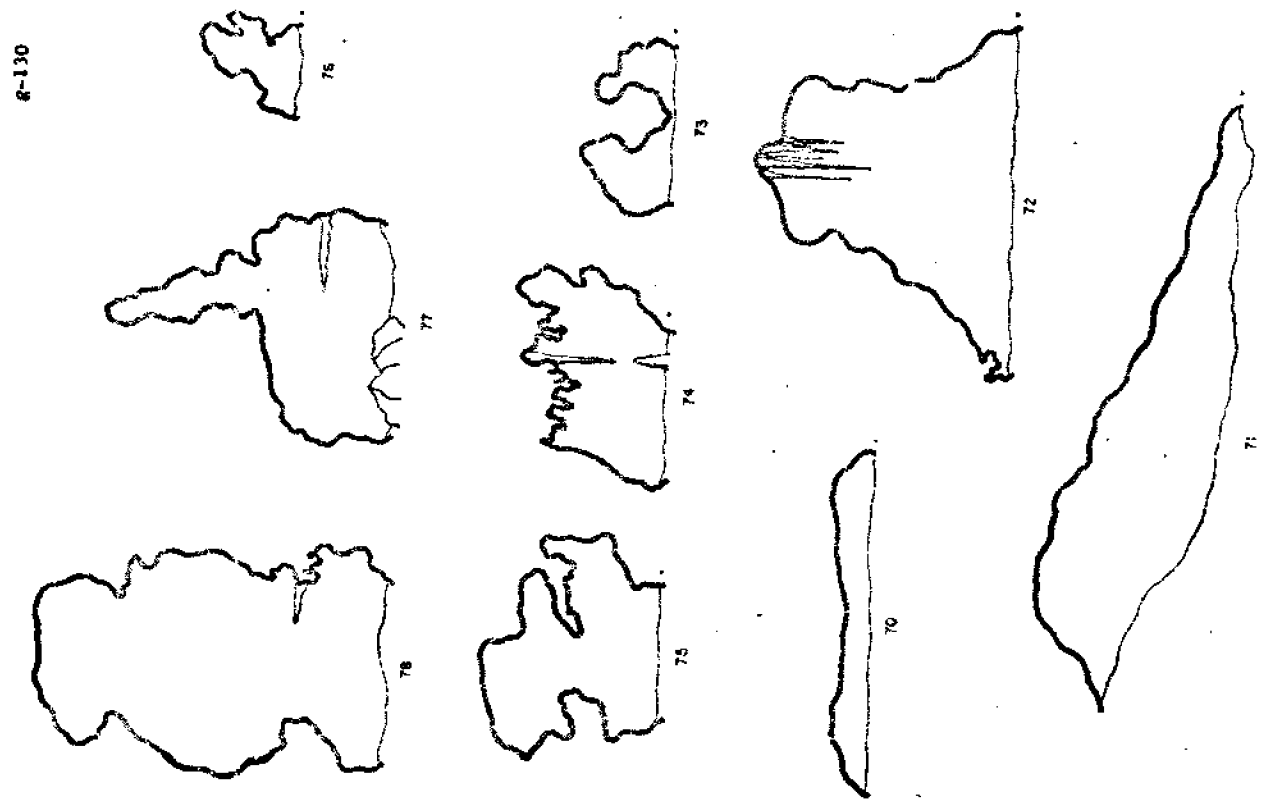
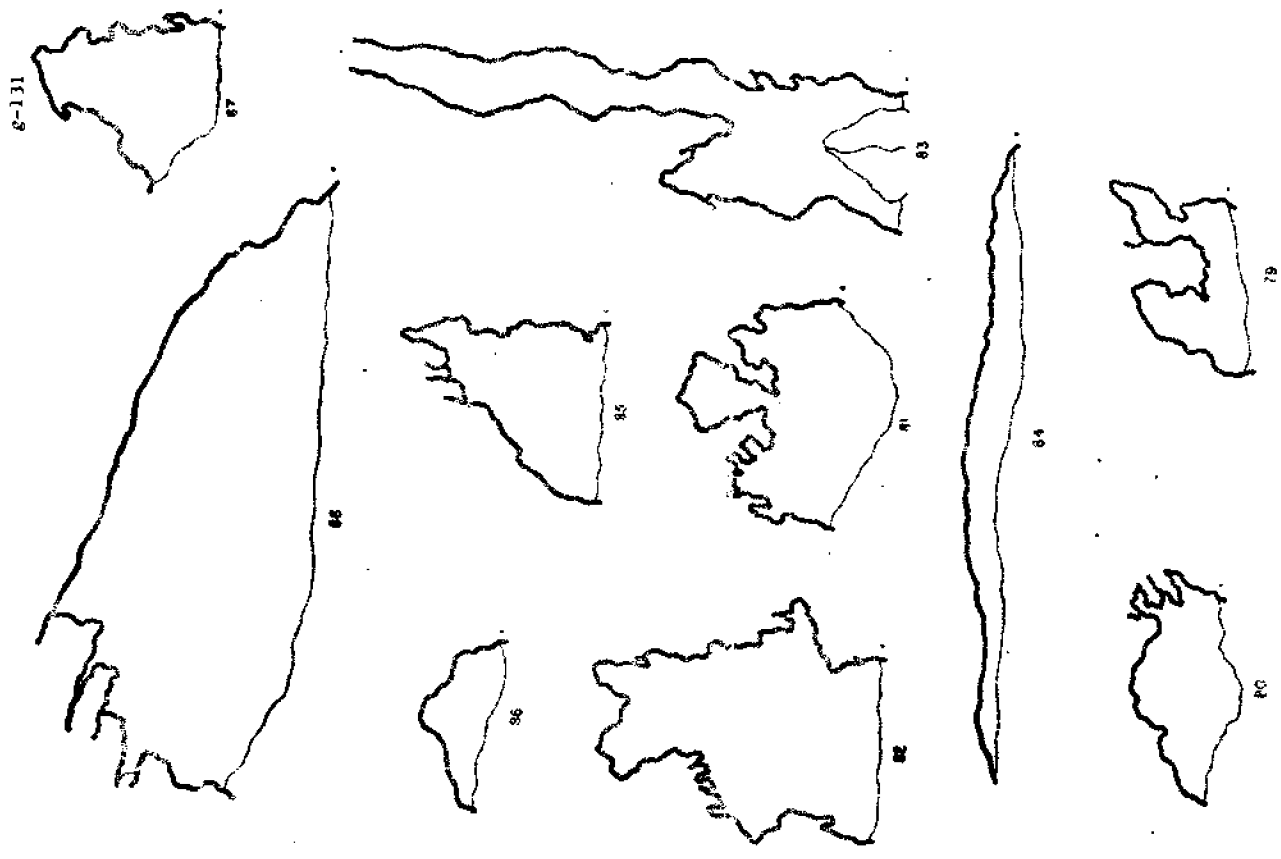


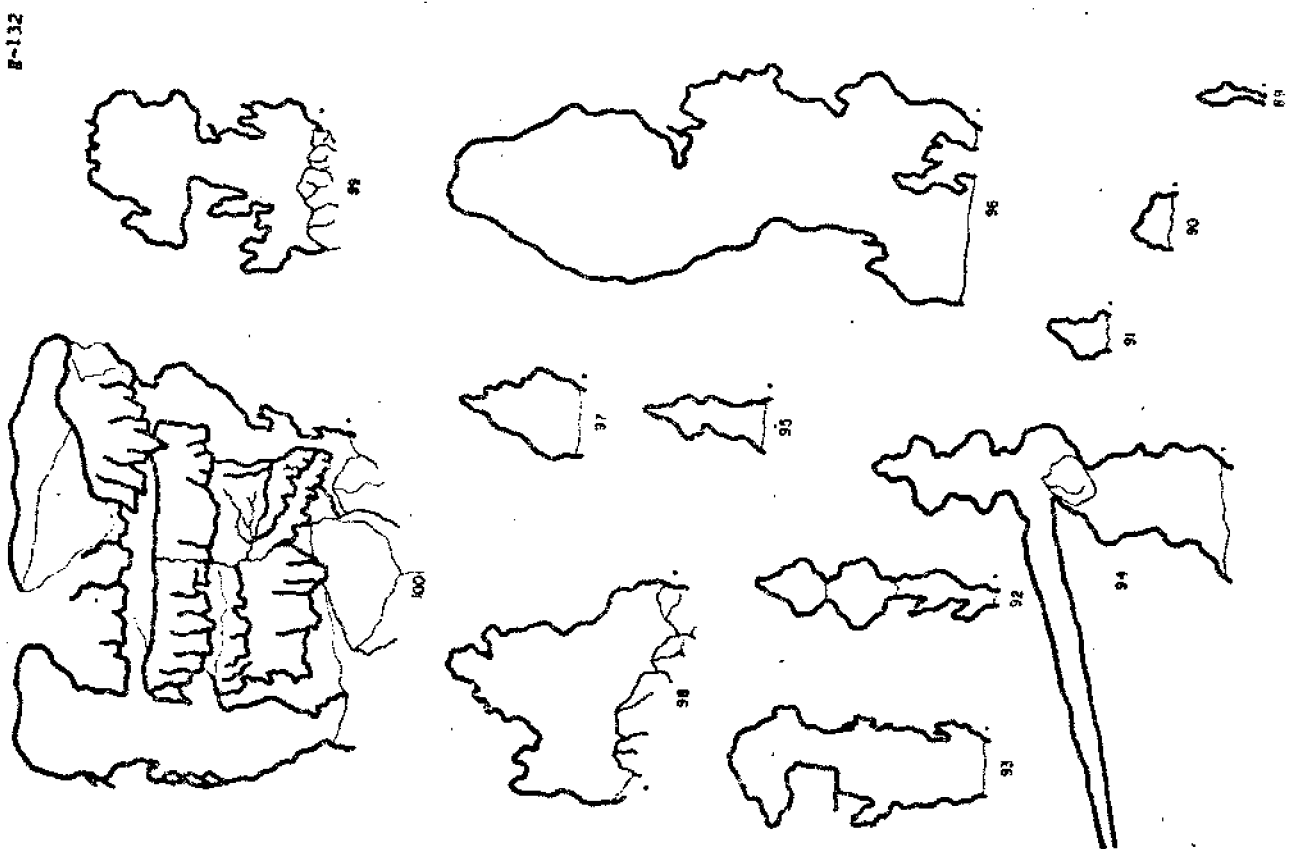
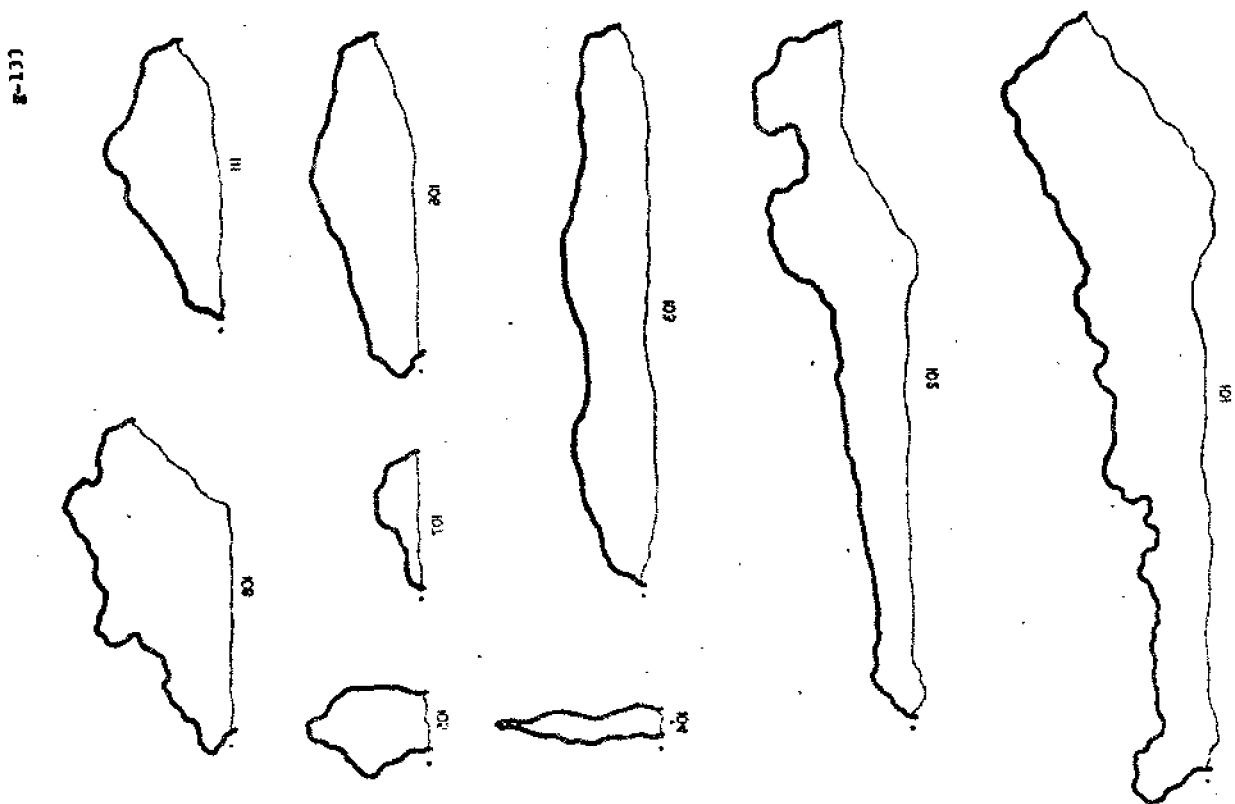
g-129



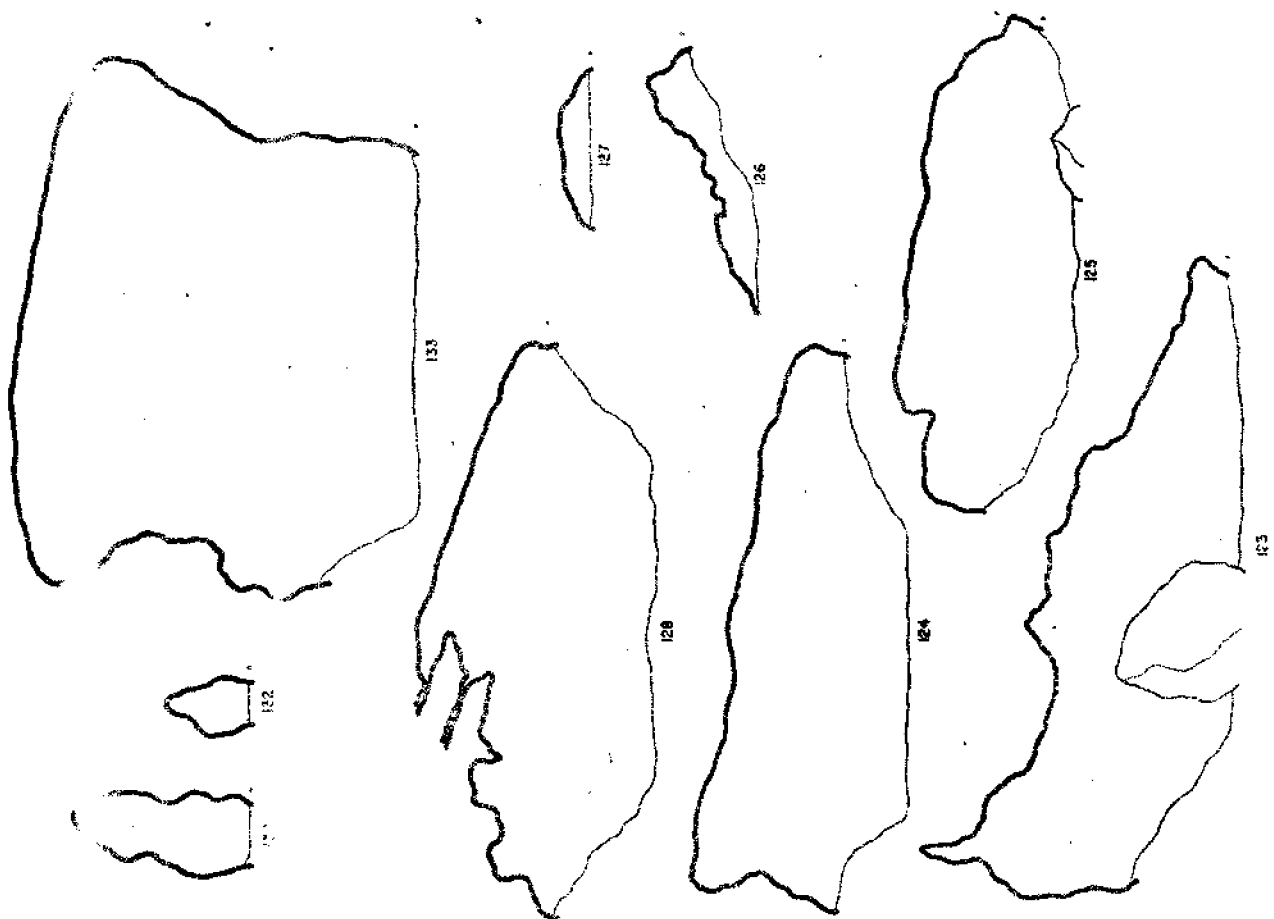
g-128



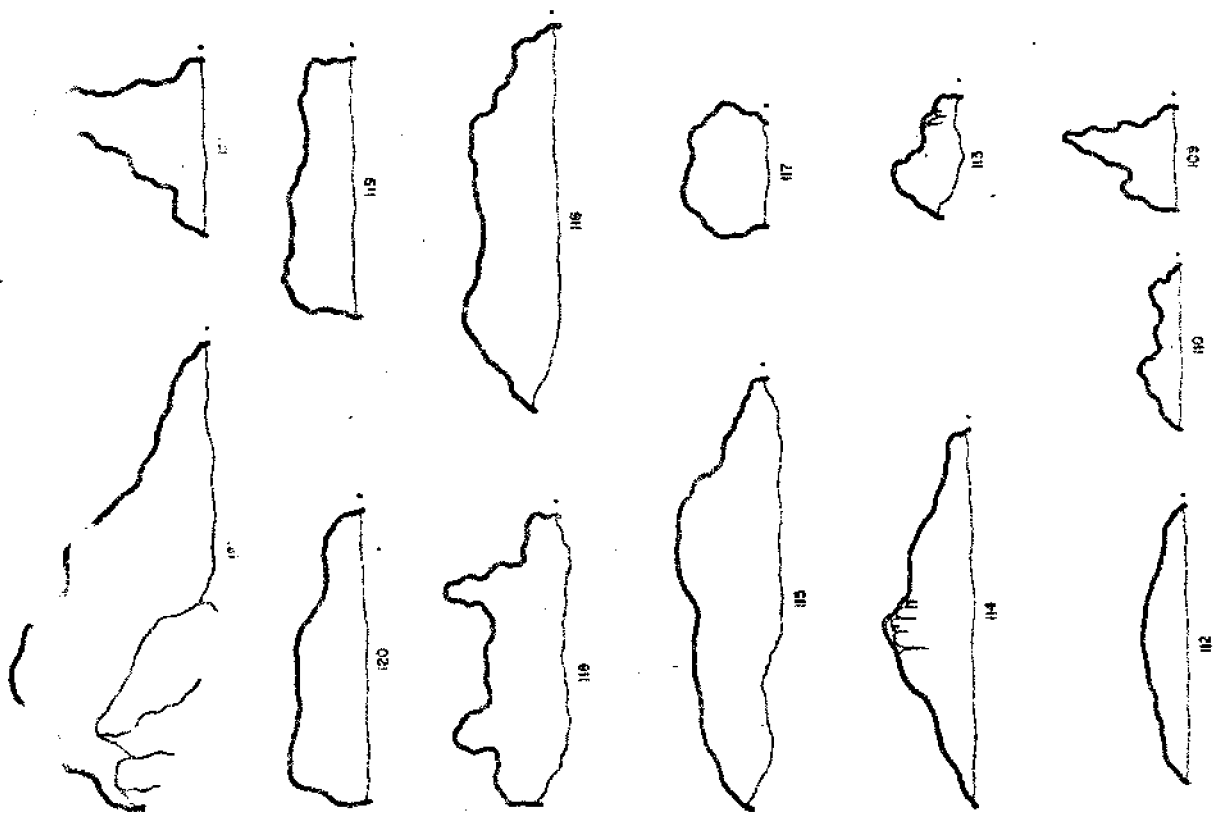




g-135



g-134



g-136

131

131

130

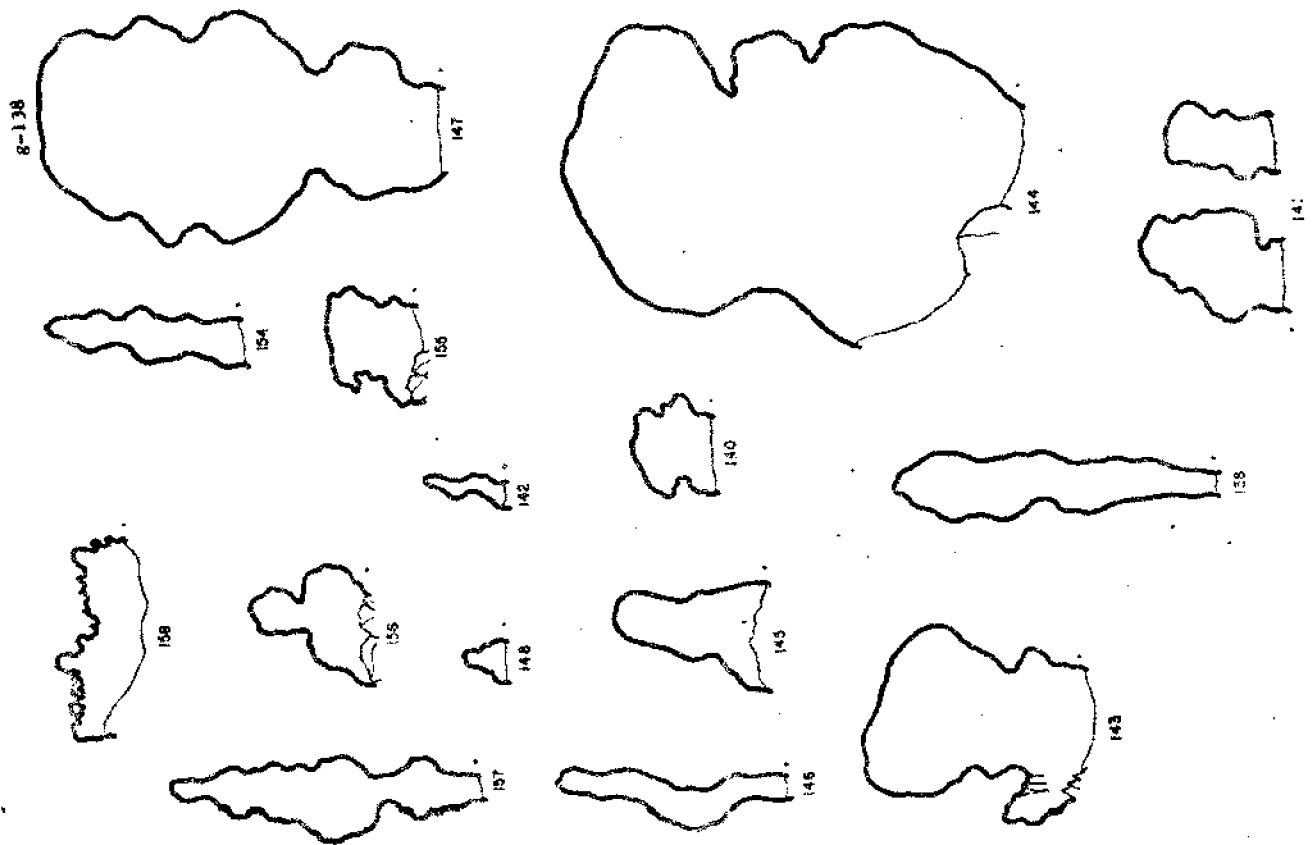
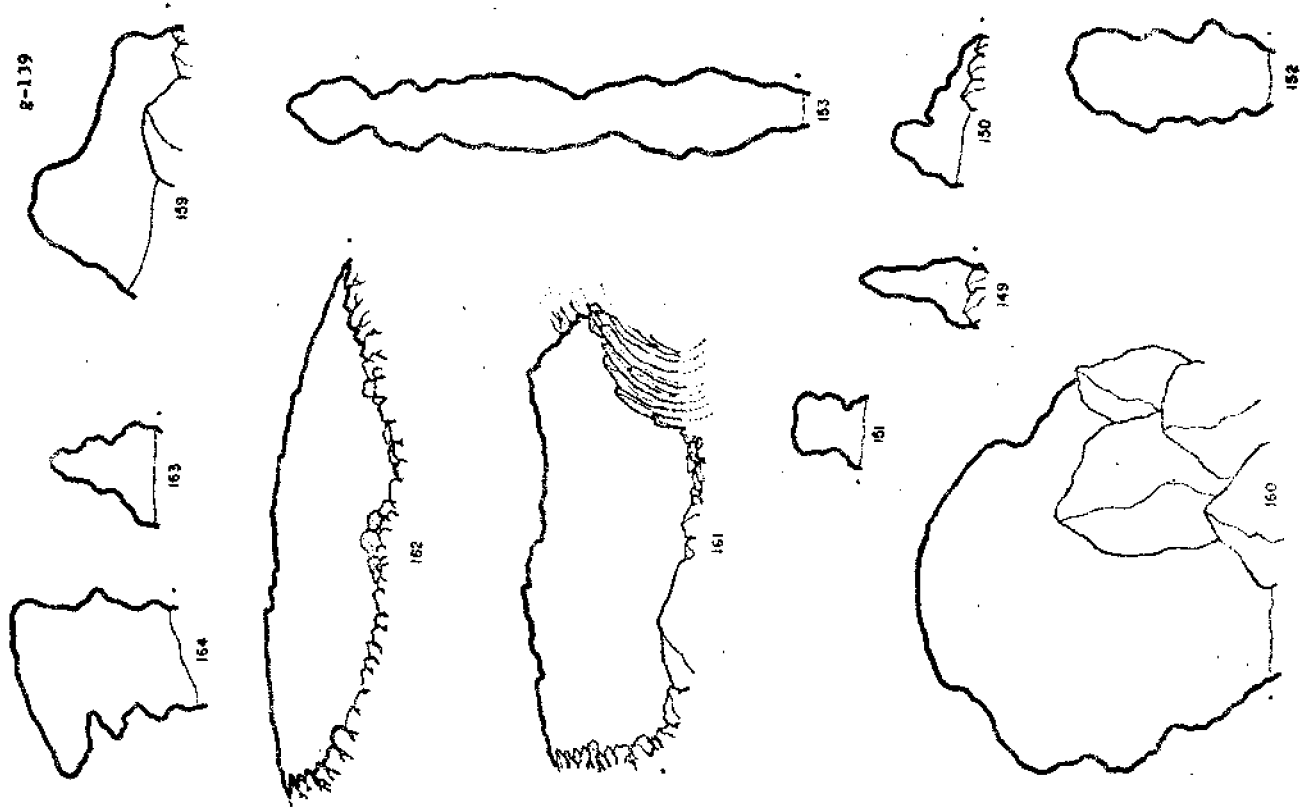
g-137

129

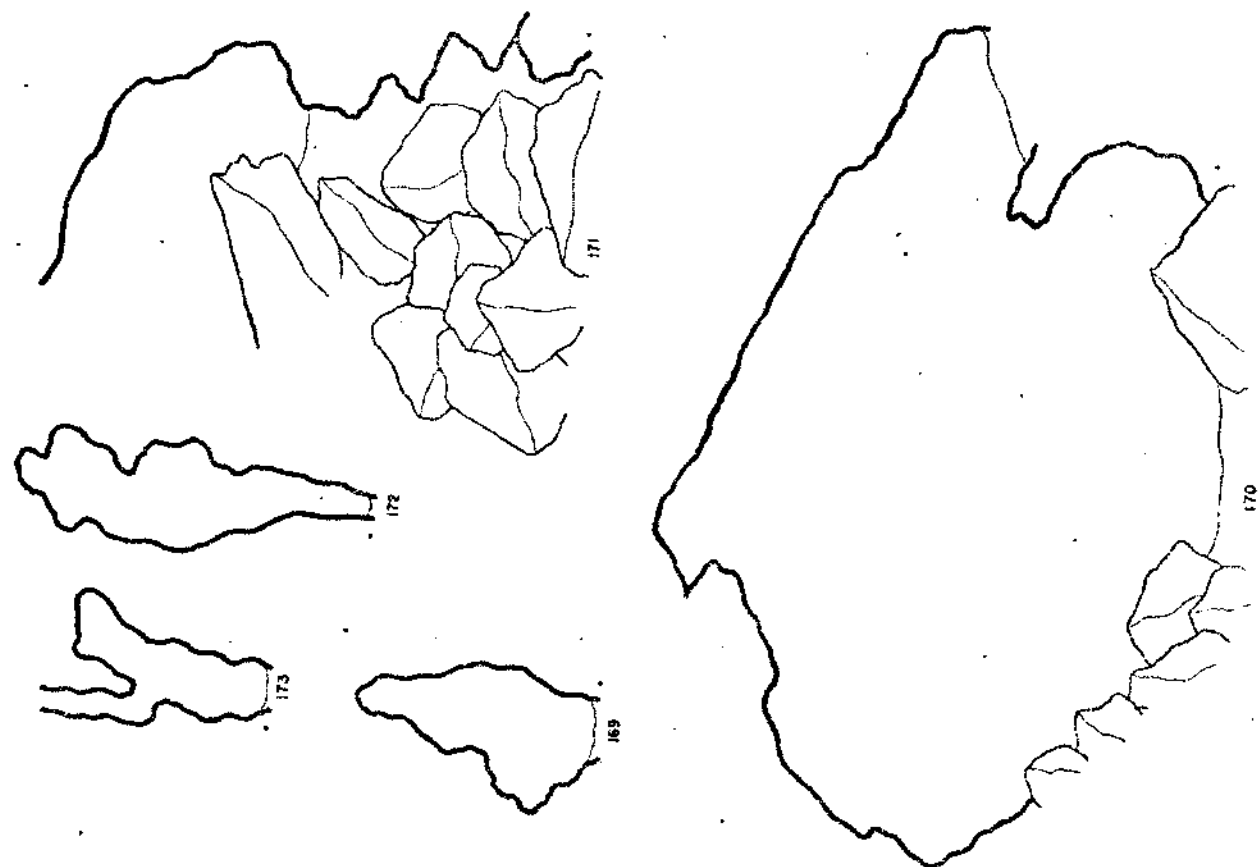
128

127

128



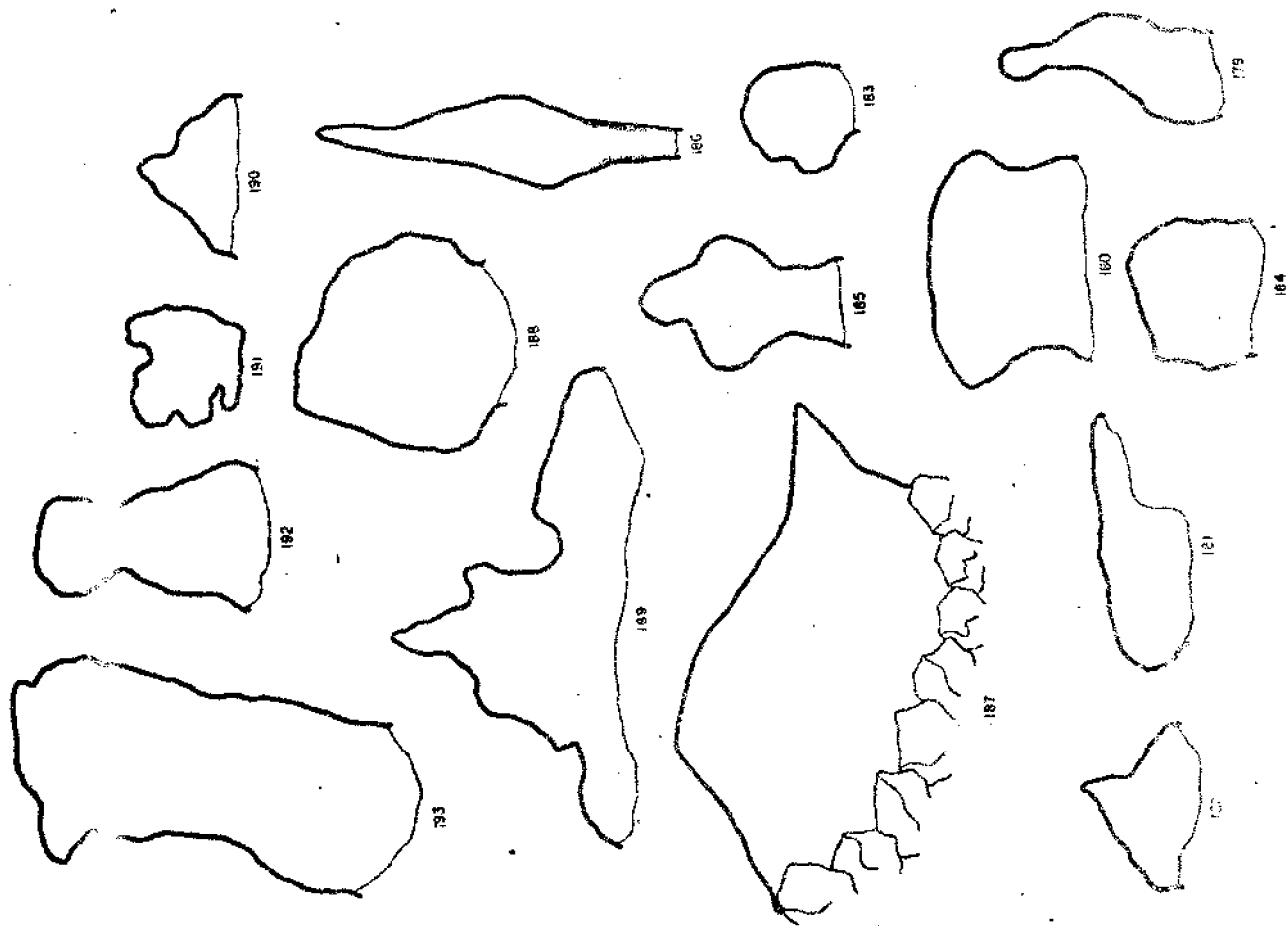
8-141



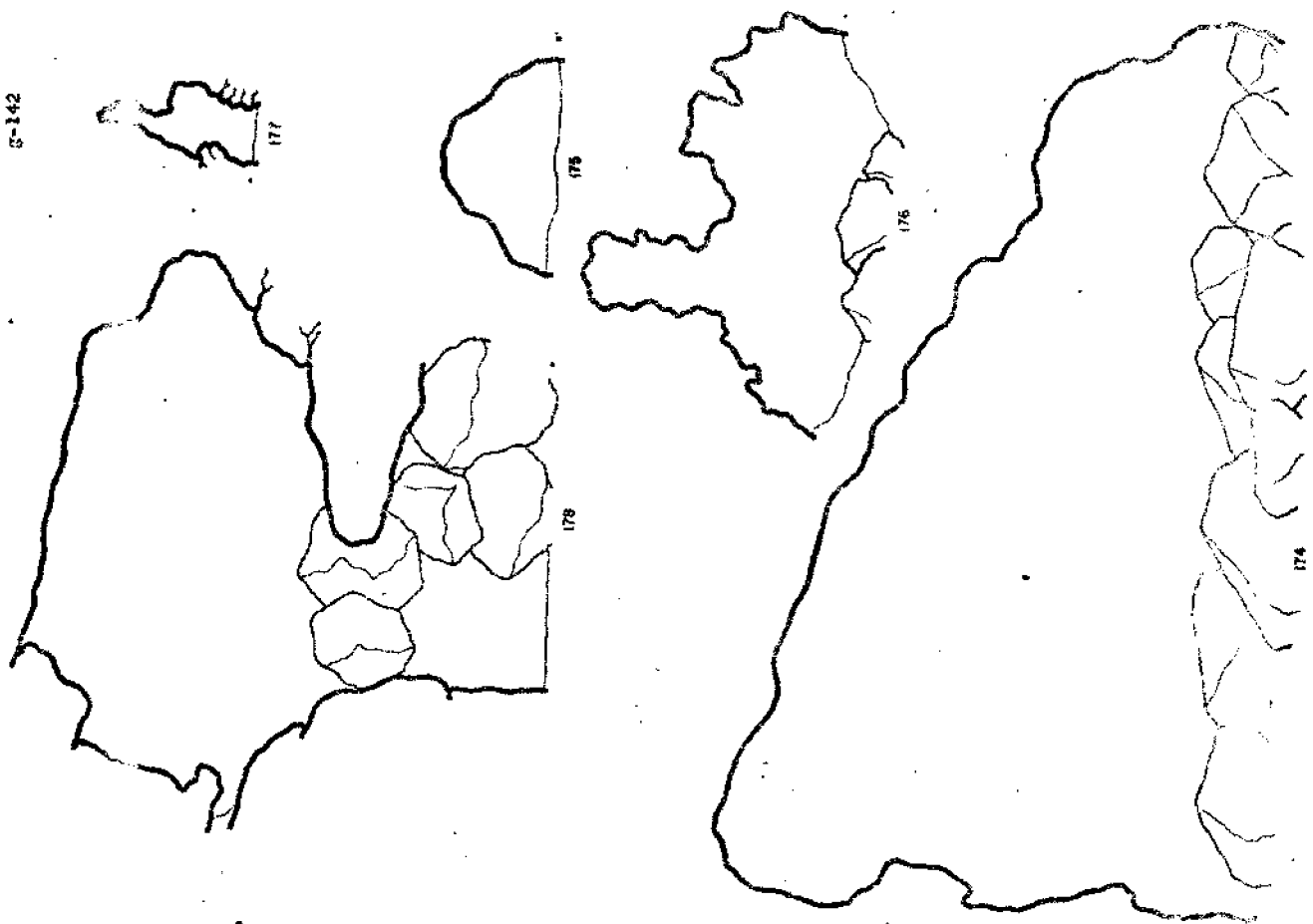
8-140



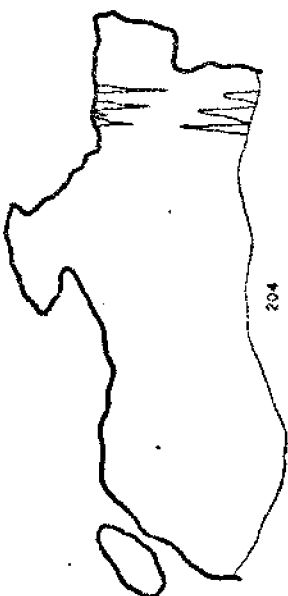
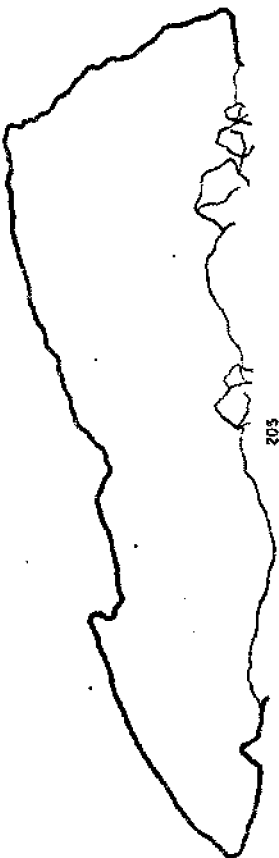
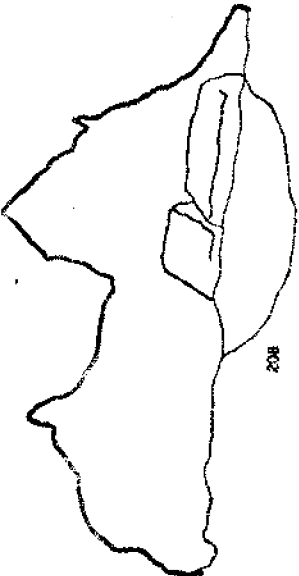
g-143



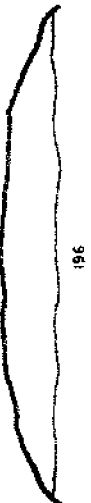
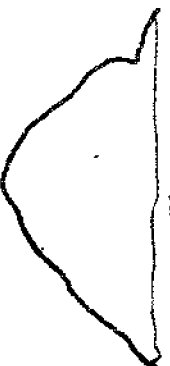
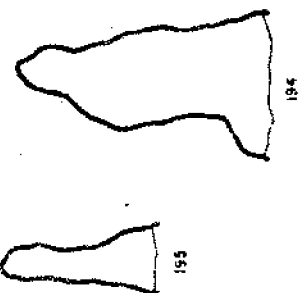
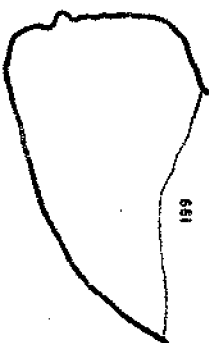
g-142

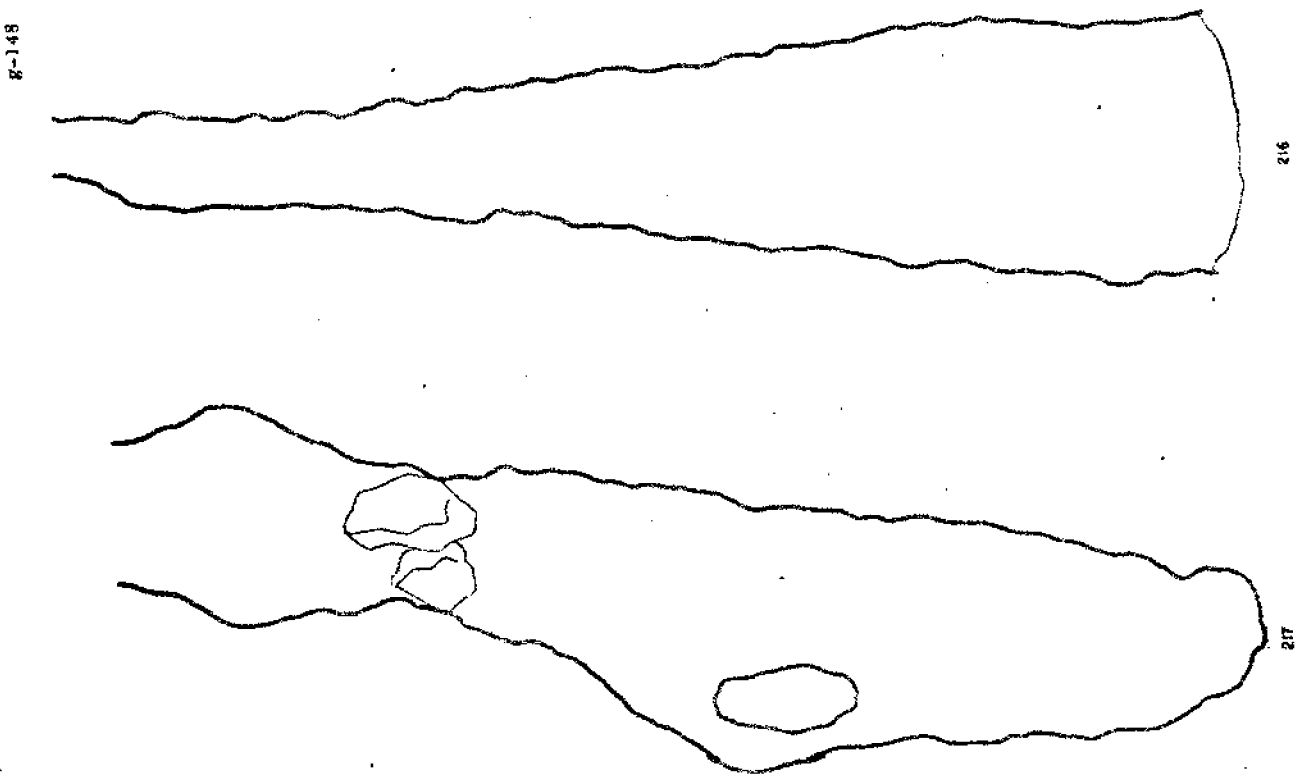
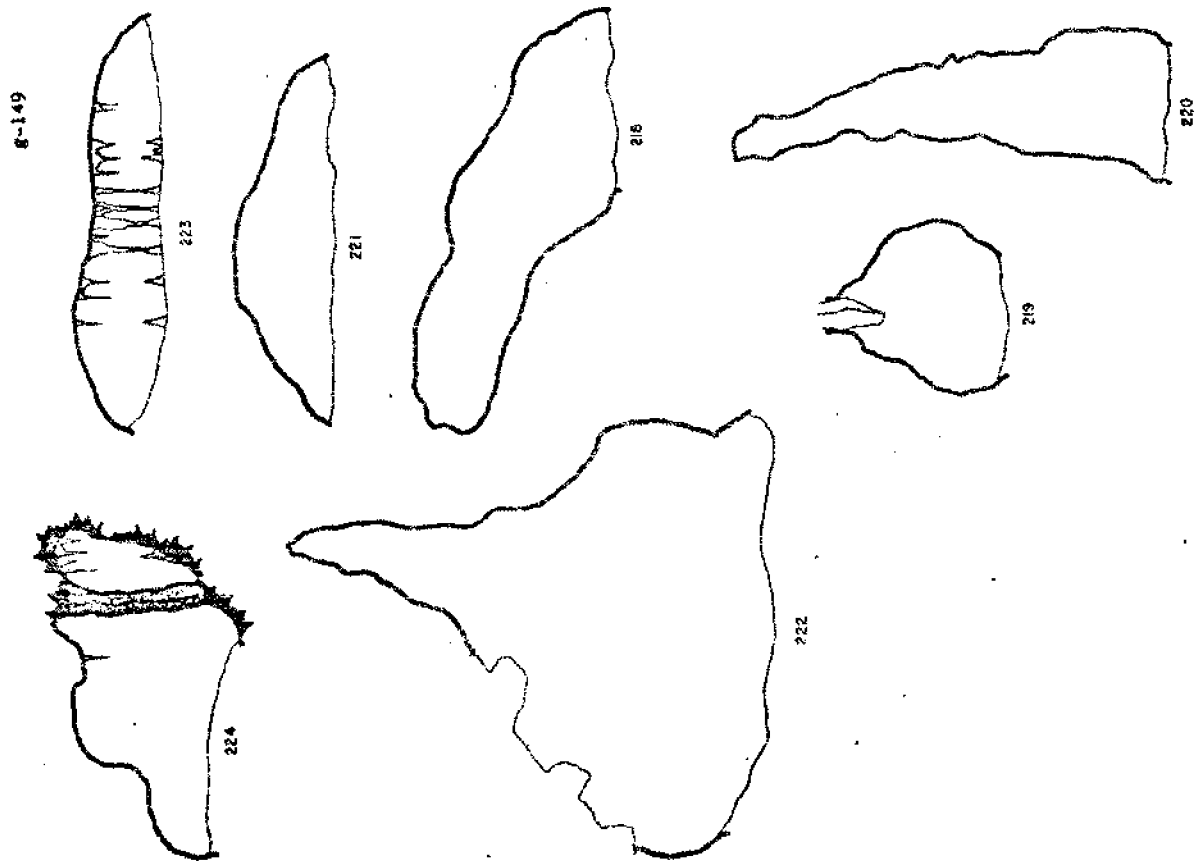


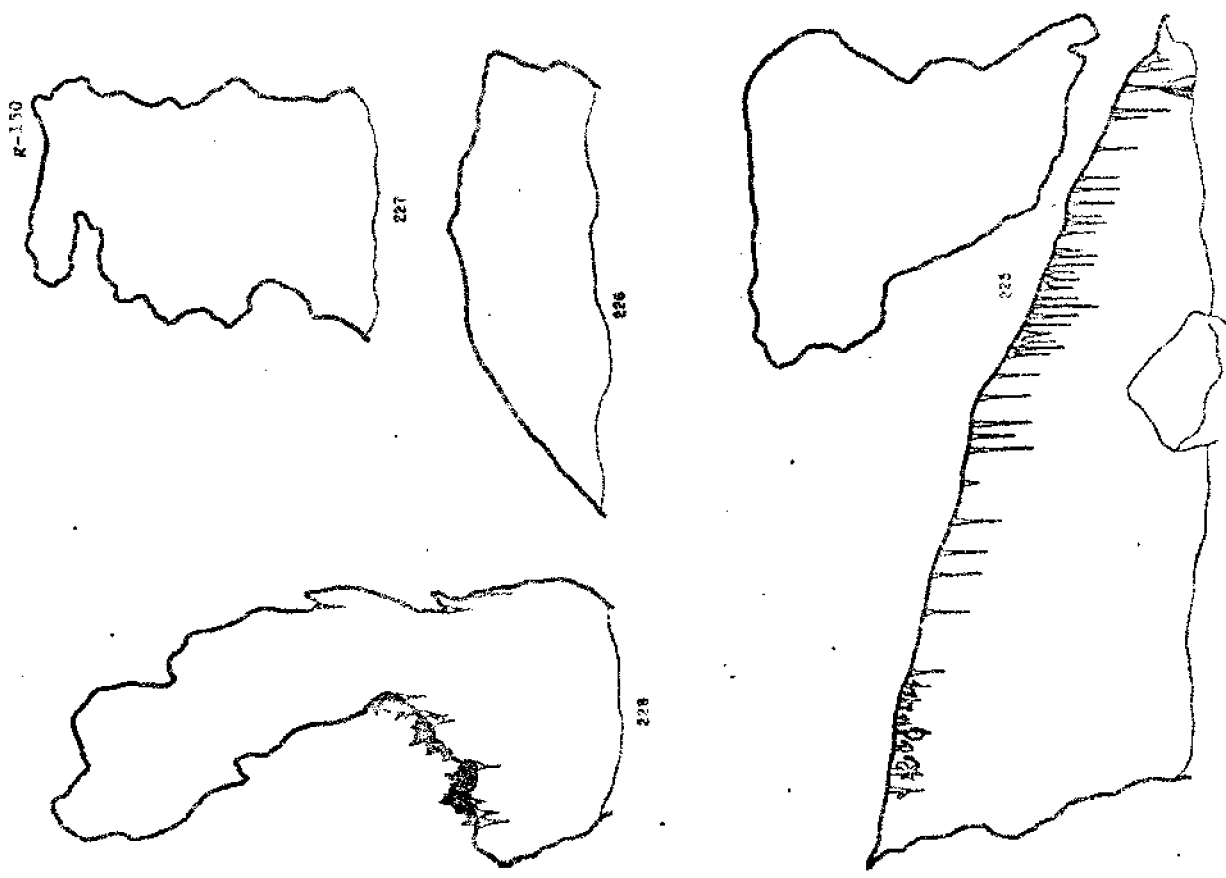
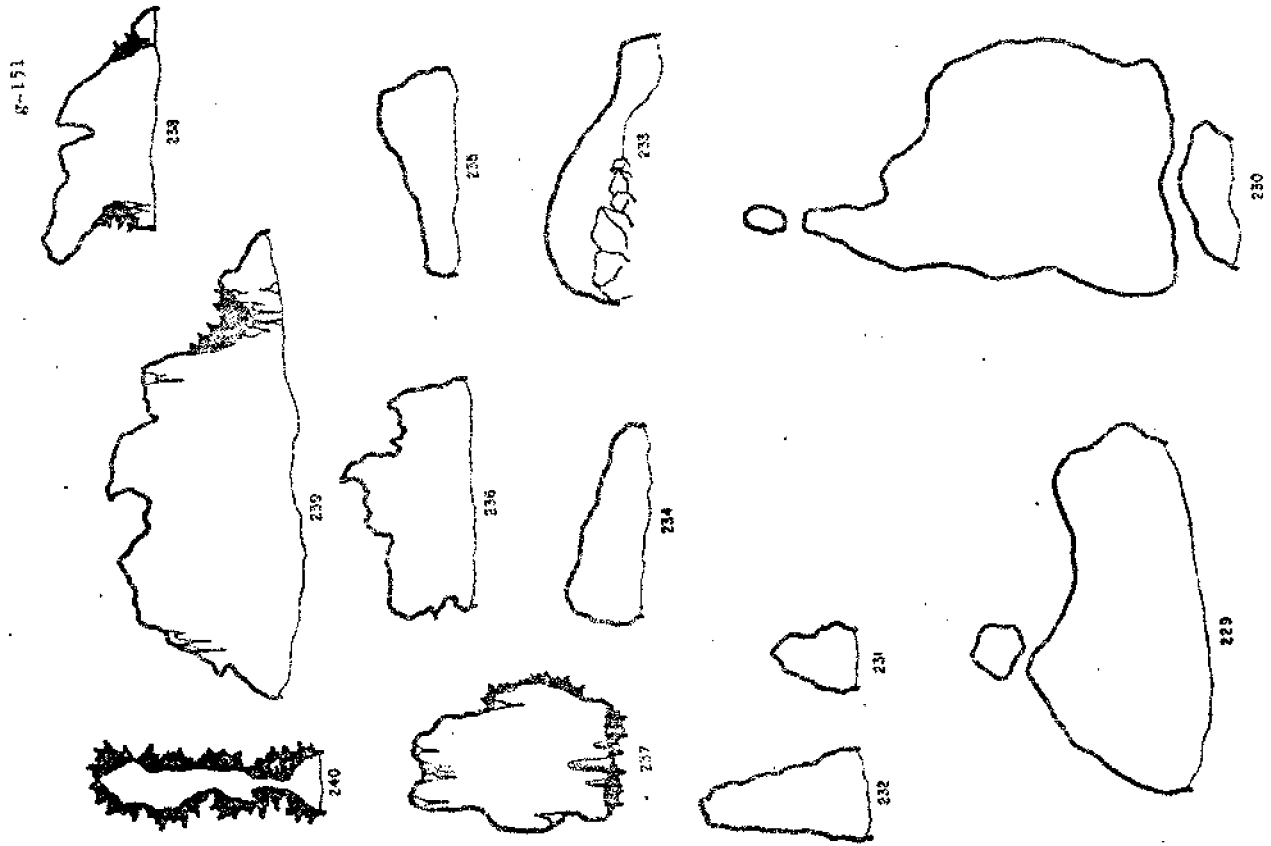
8-14 5

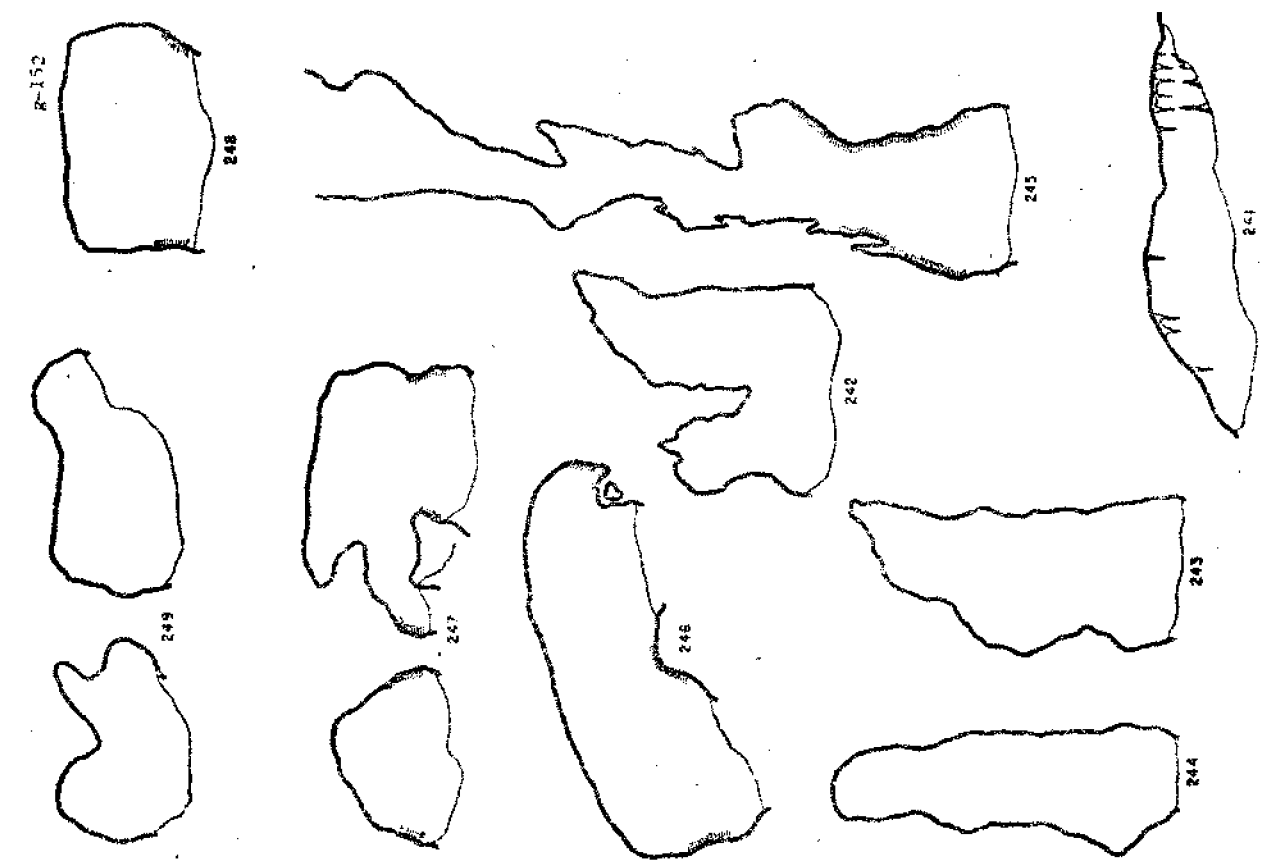
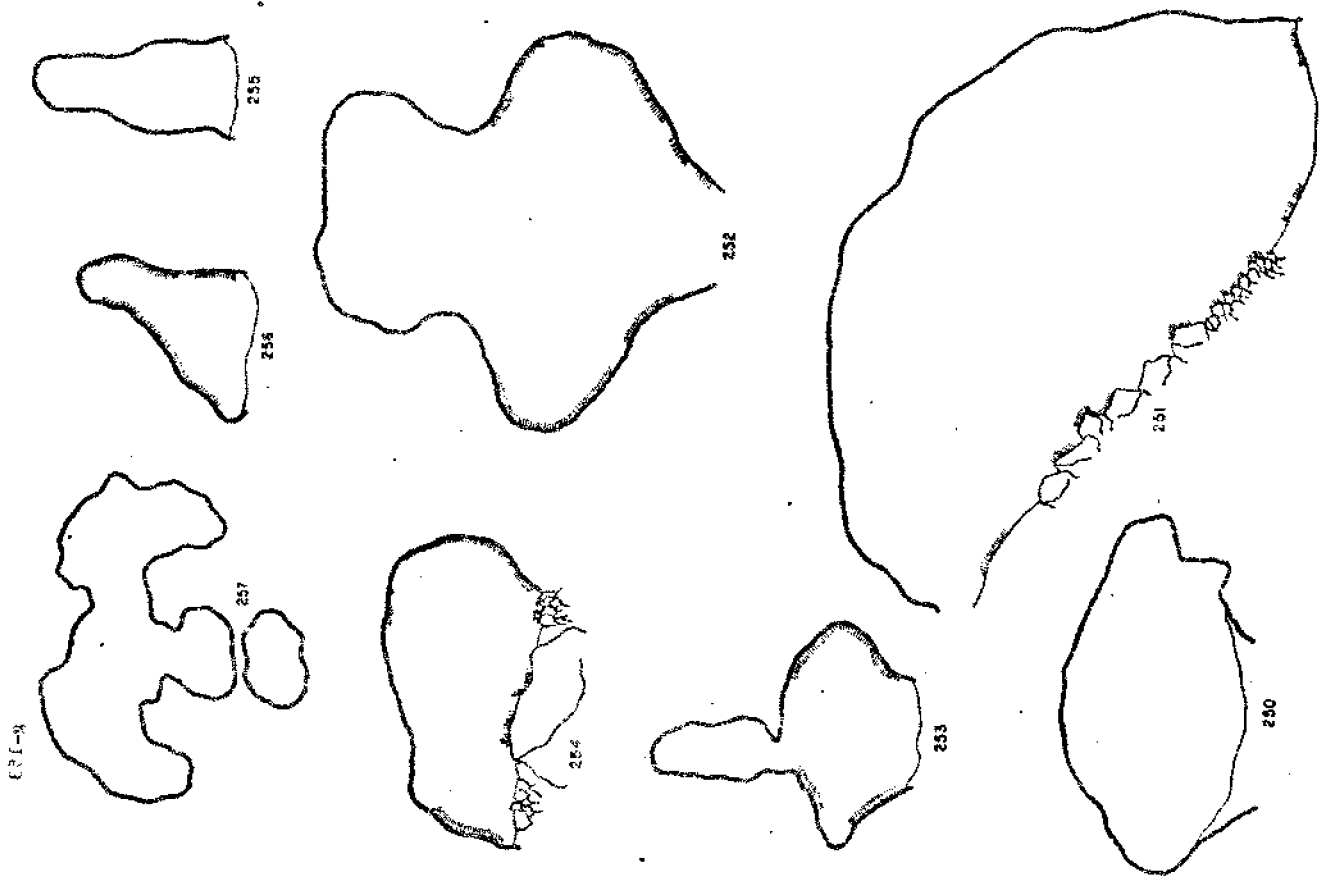


8-144







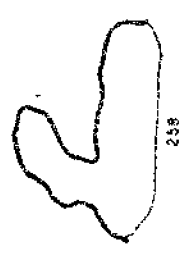
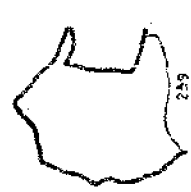
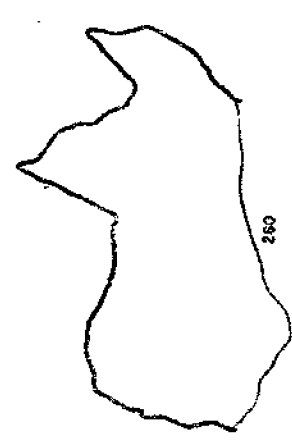
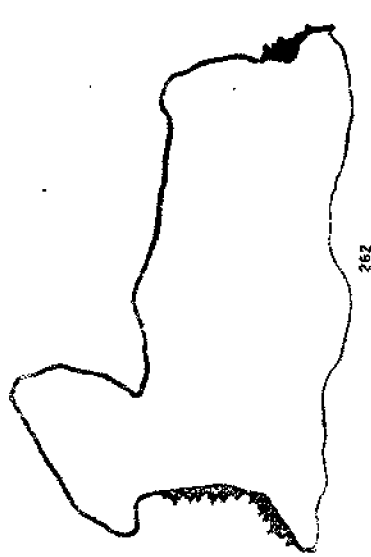
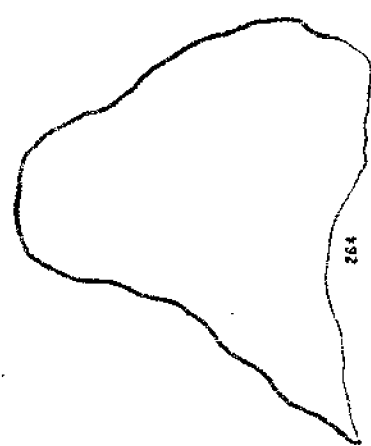
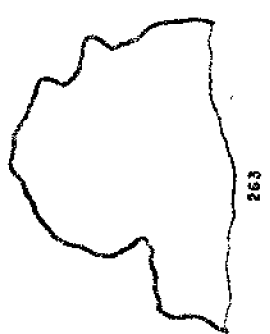
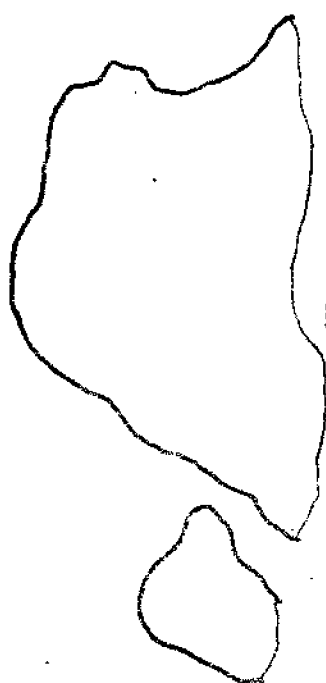
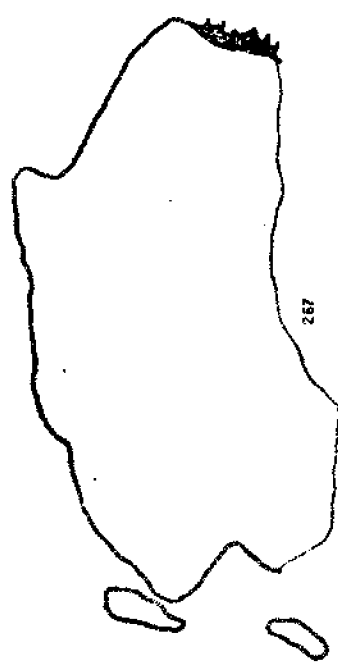


245

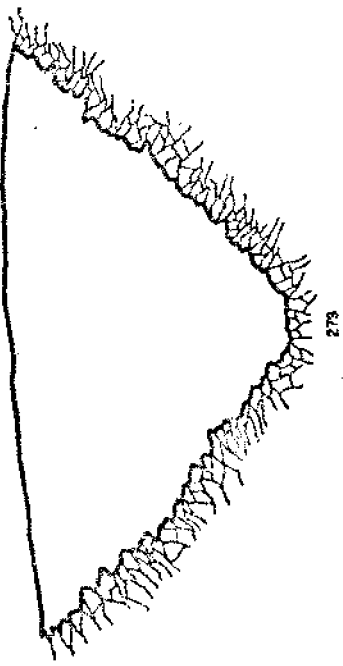
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

221-8

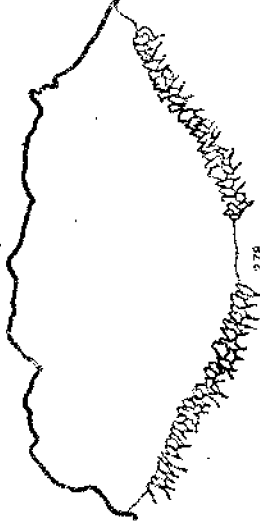
8-154



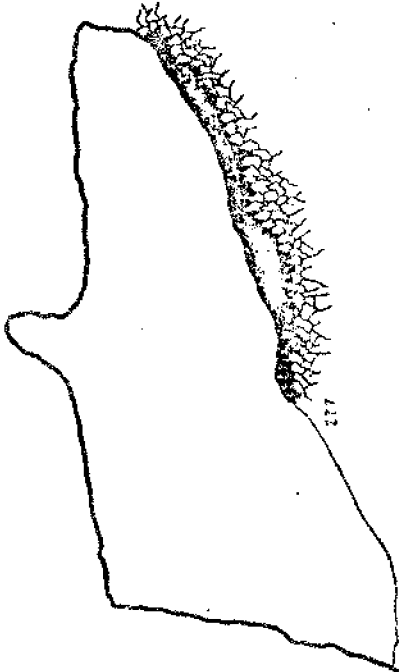
8-157



275



276



277

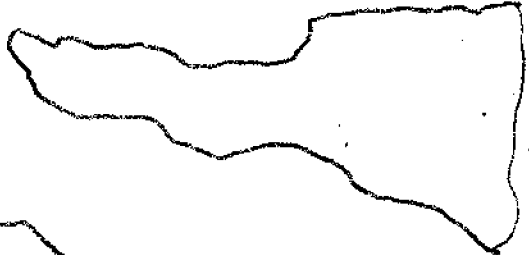
8-156



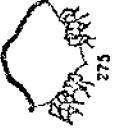
274



271



266



275



272



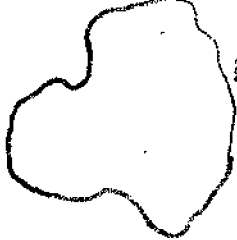
269



276



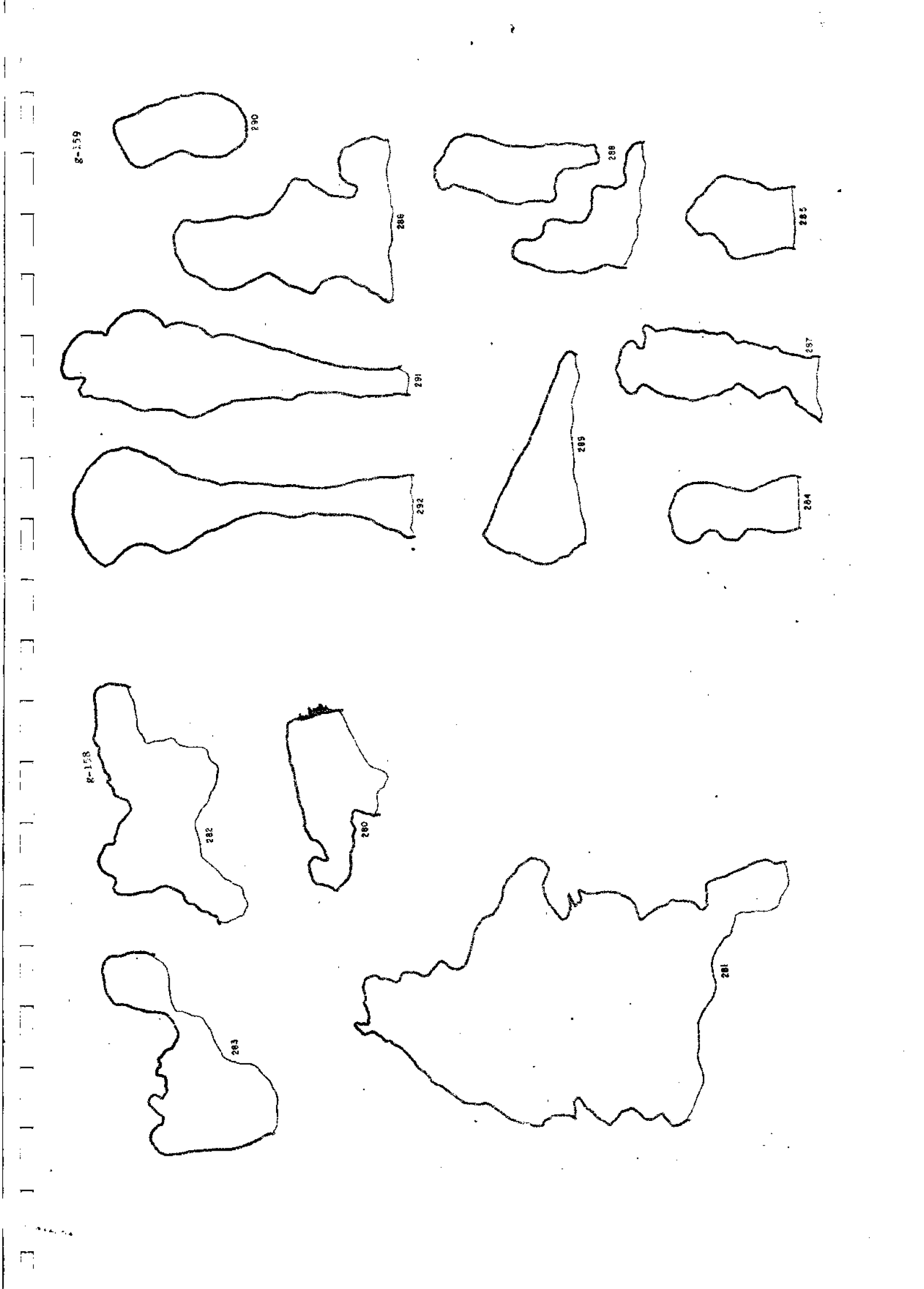
273

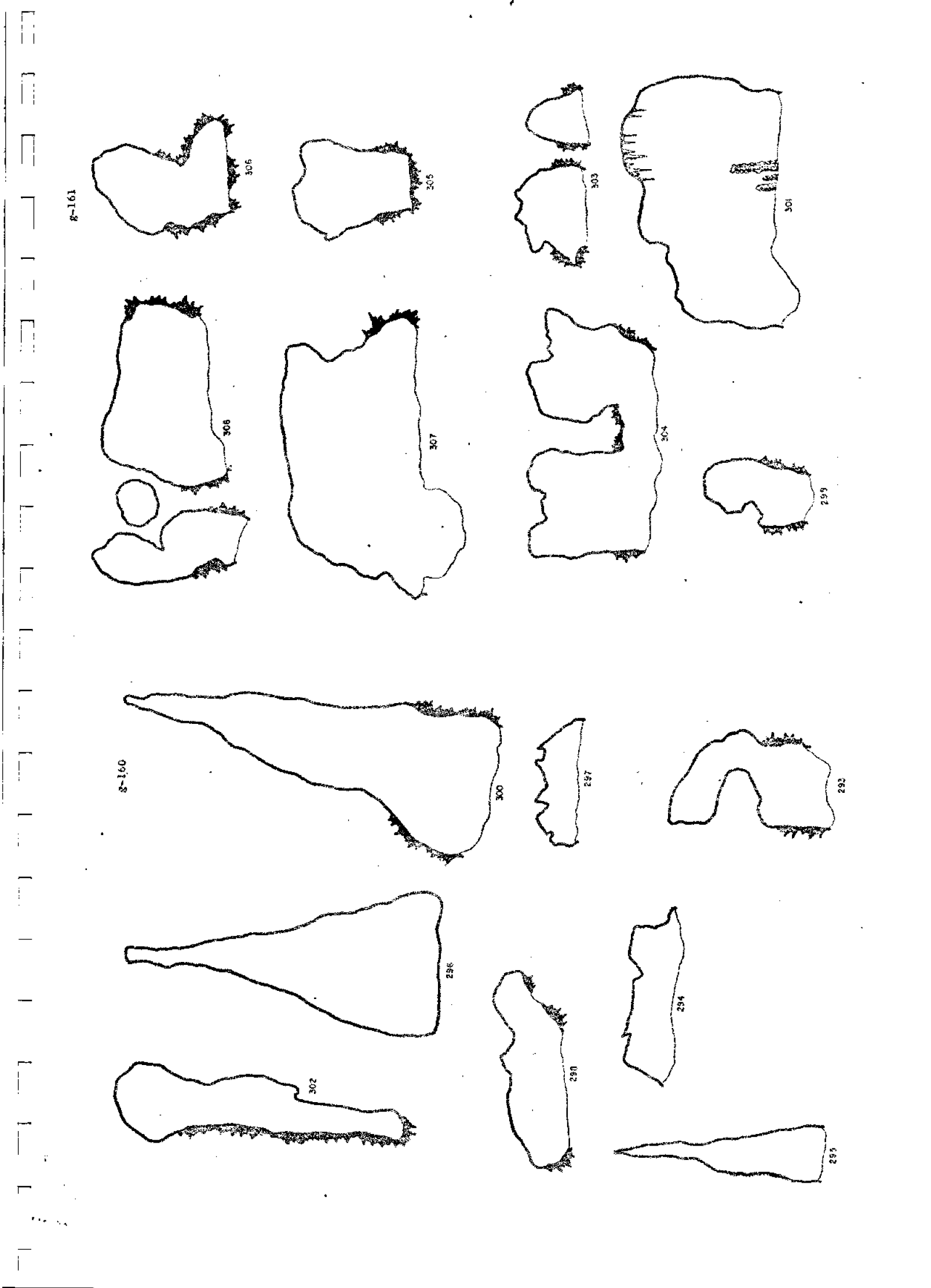


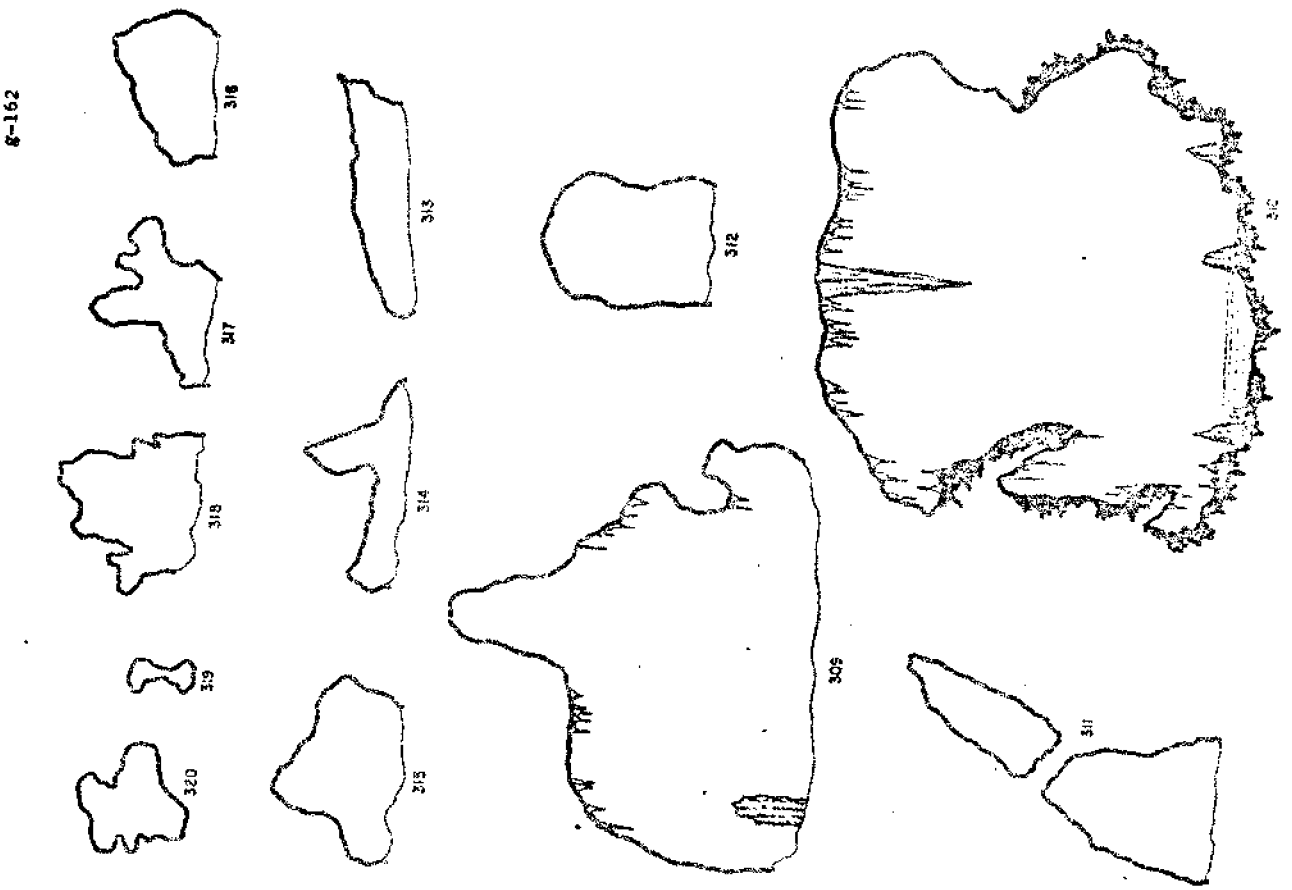
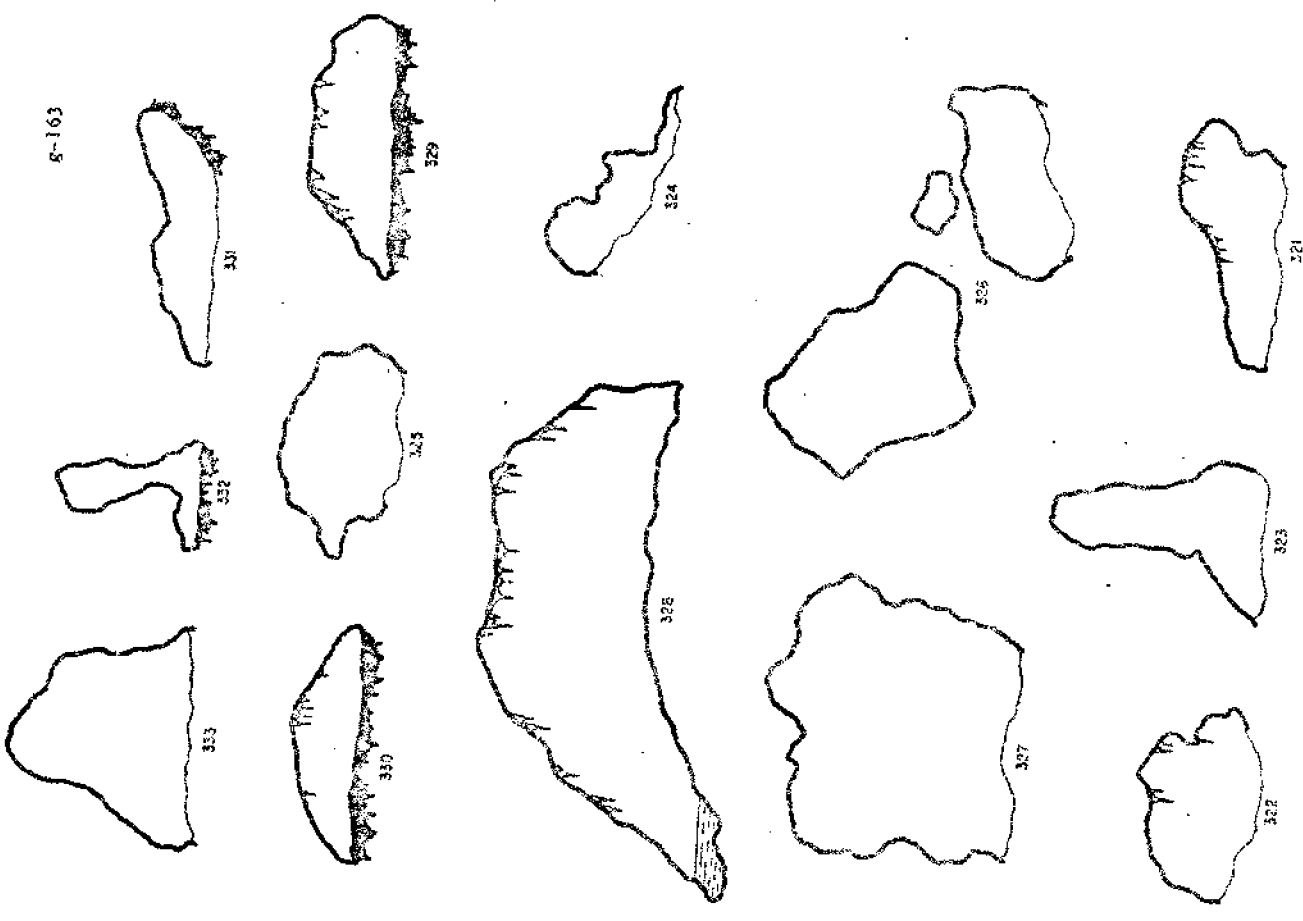
270

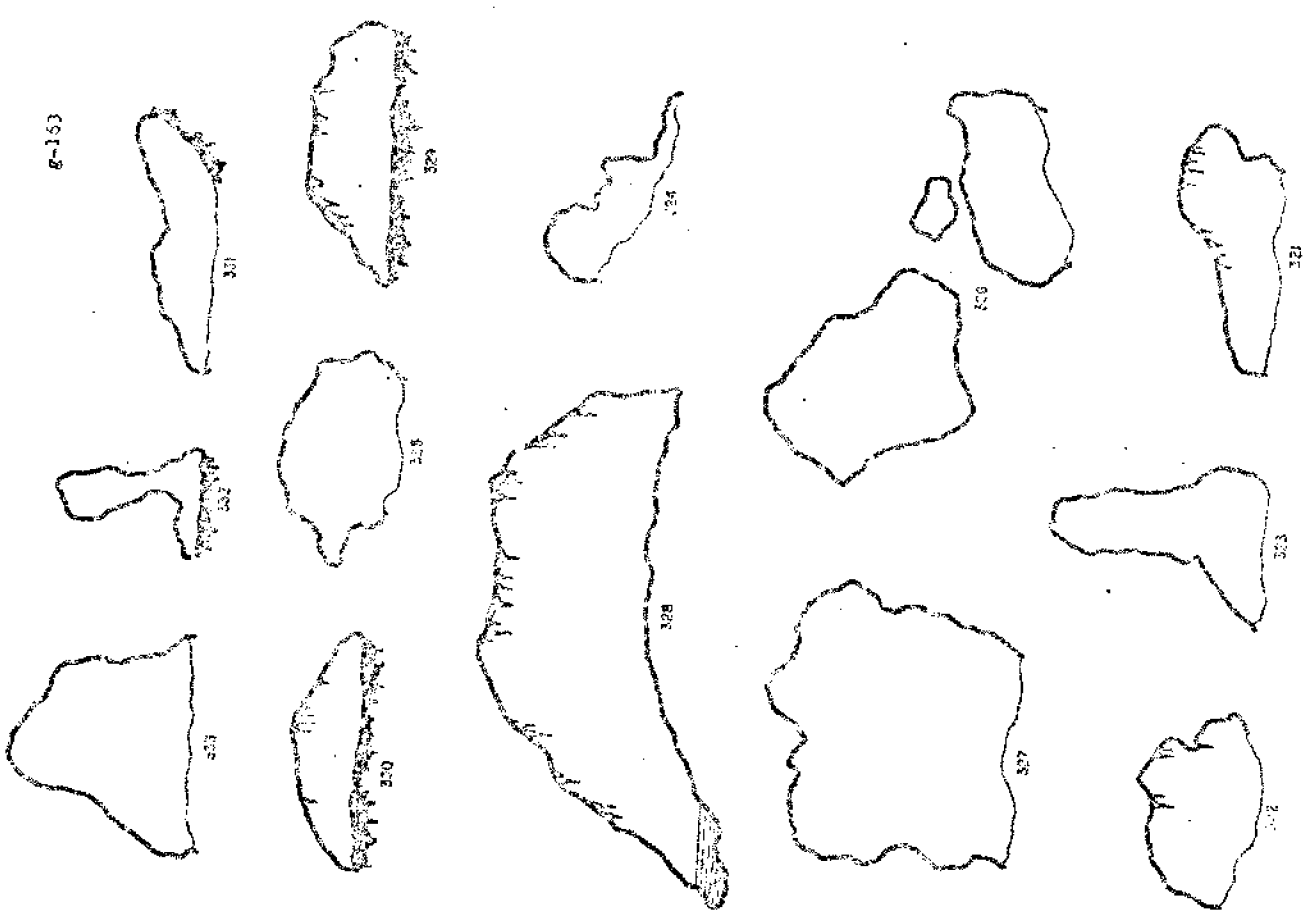


268

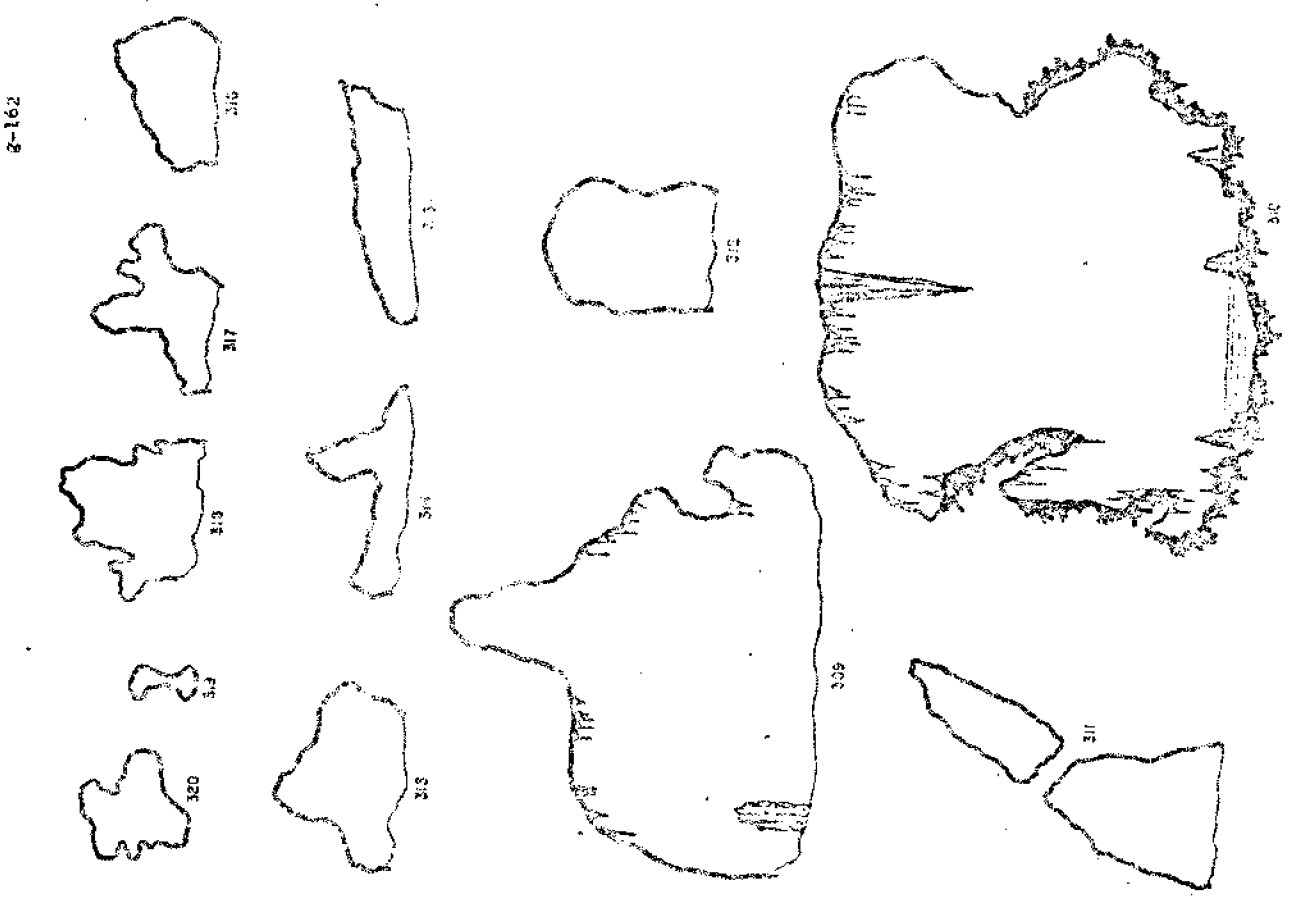




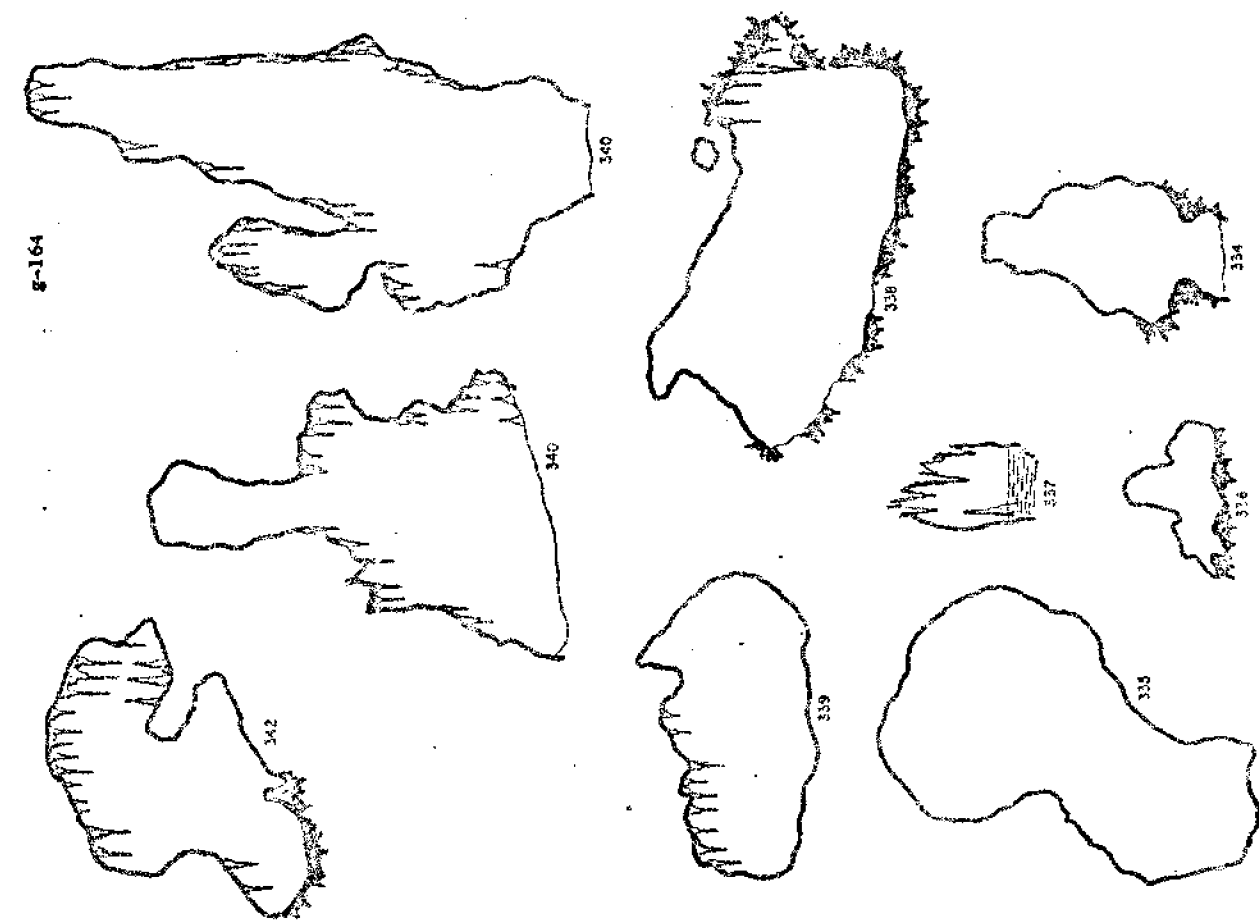
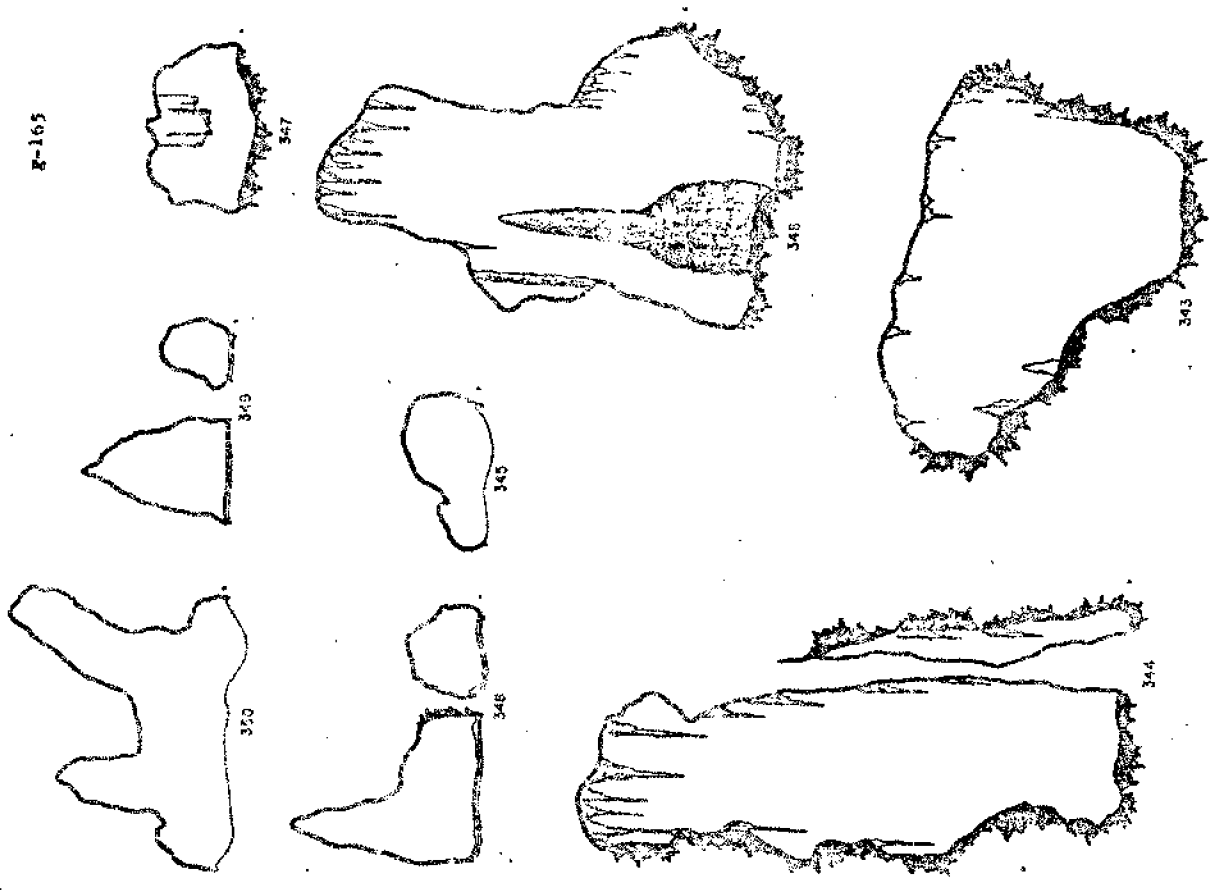




g-163

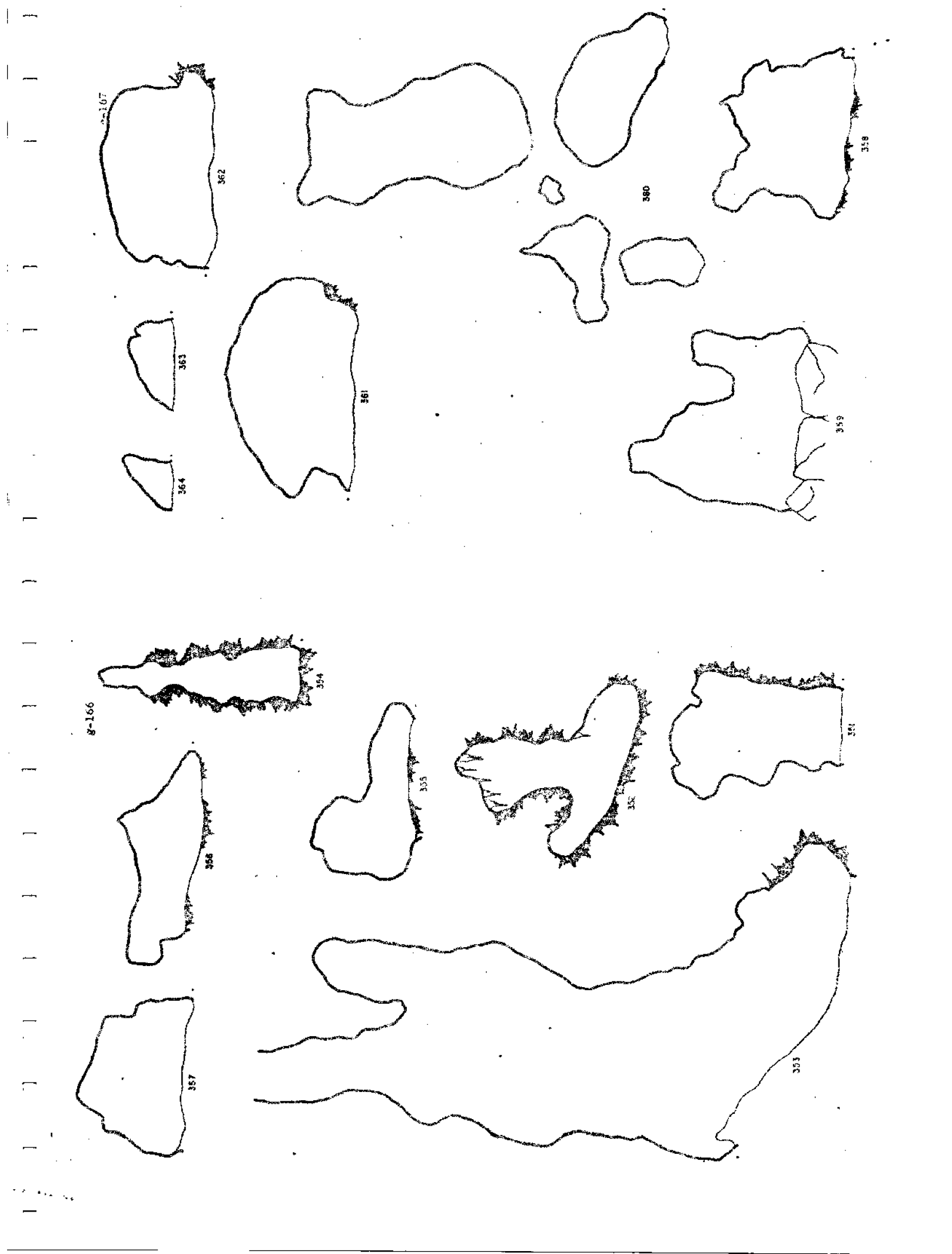


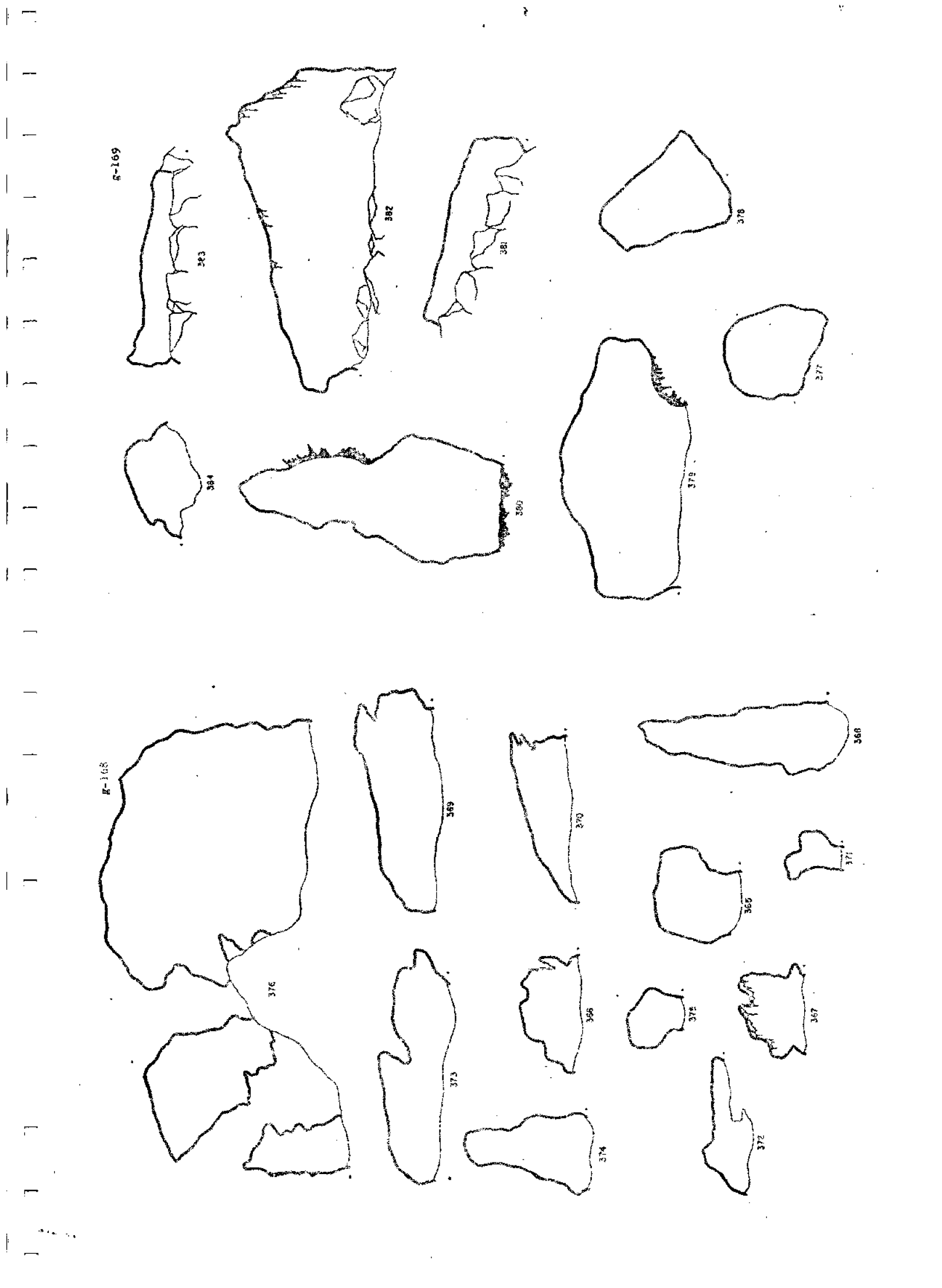
g-162

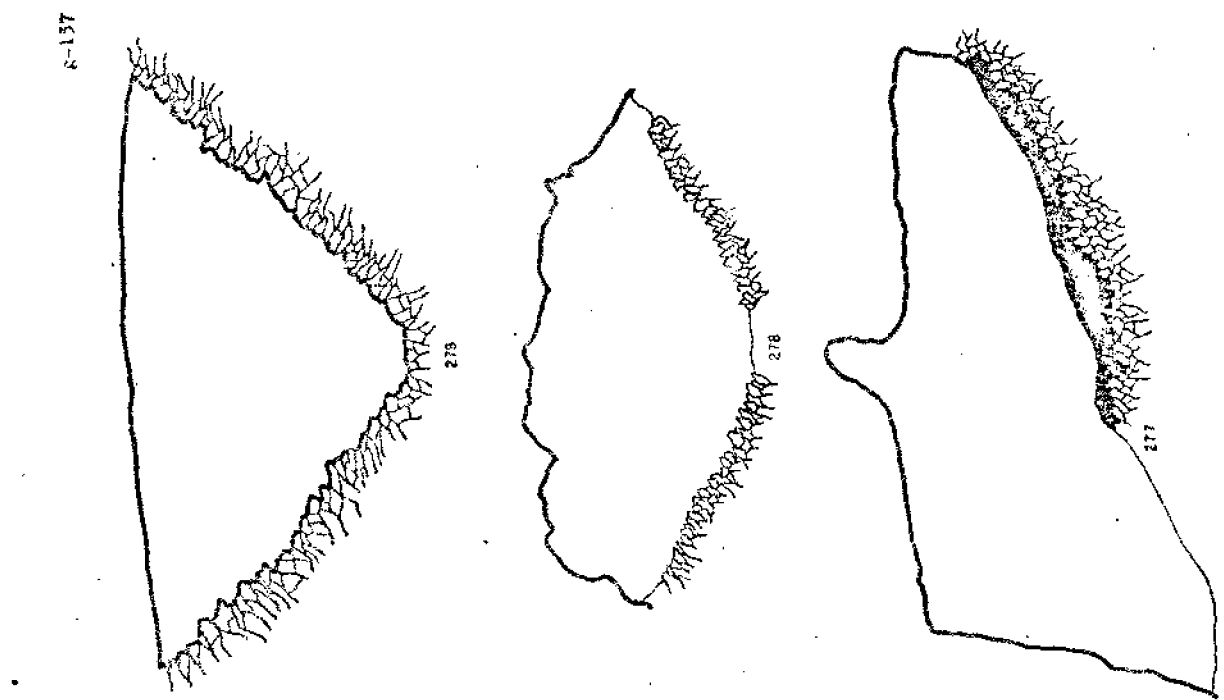


8-163

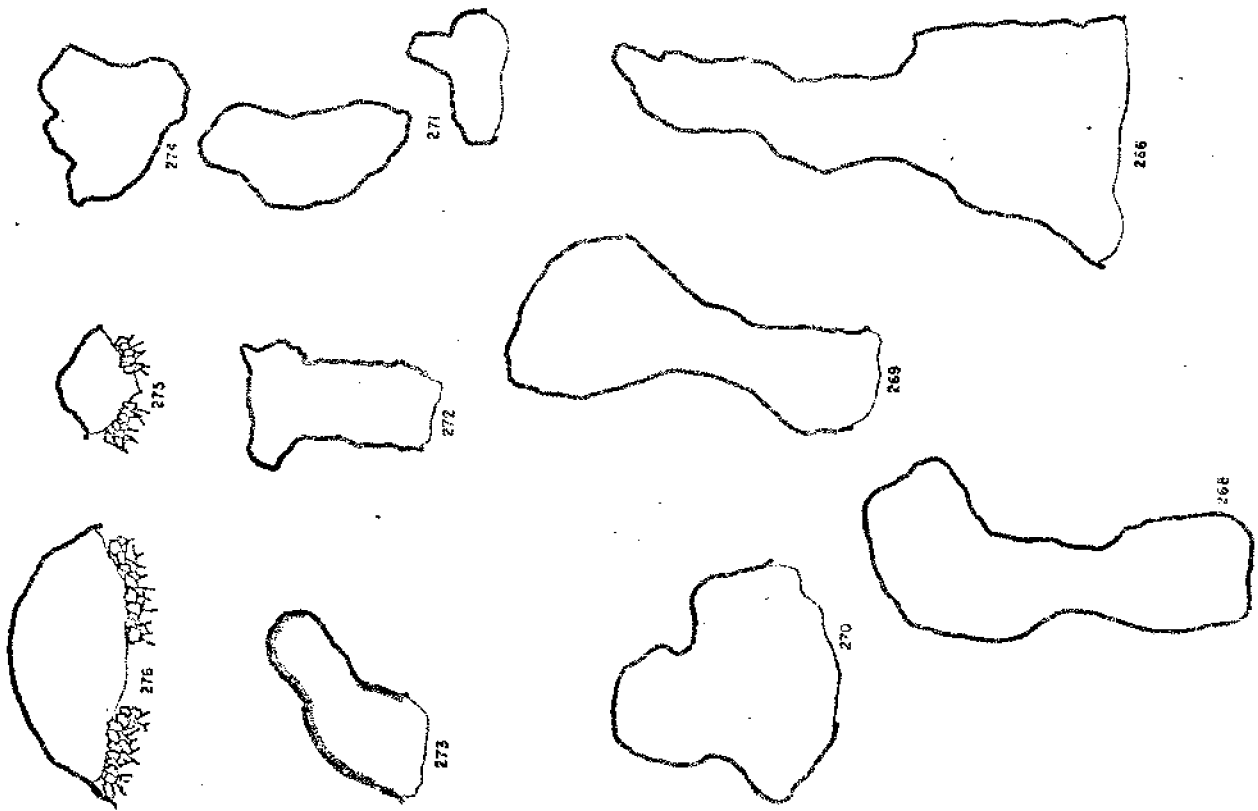
8-164

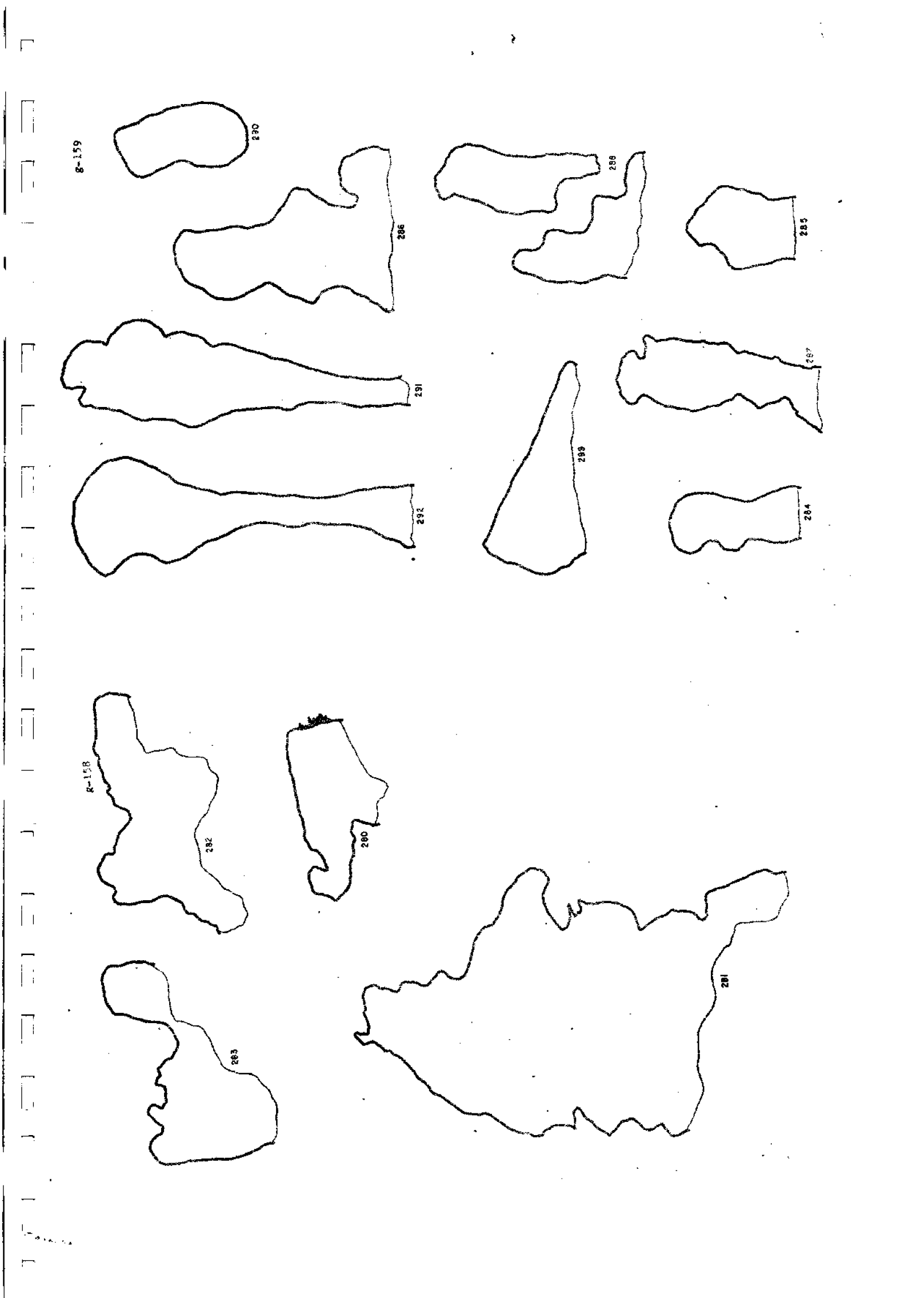


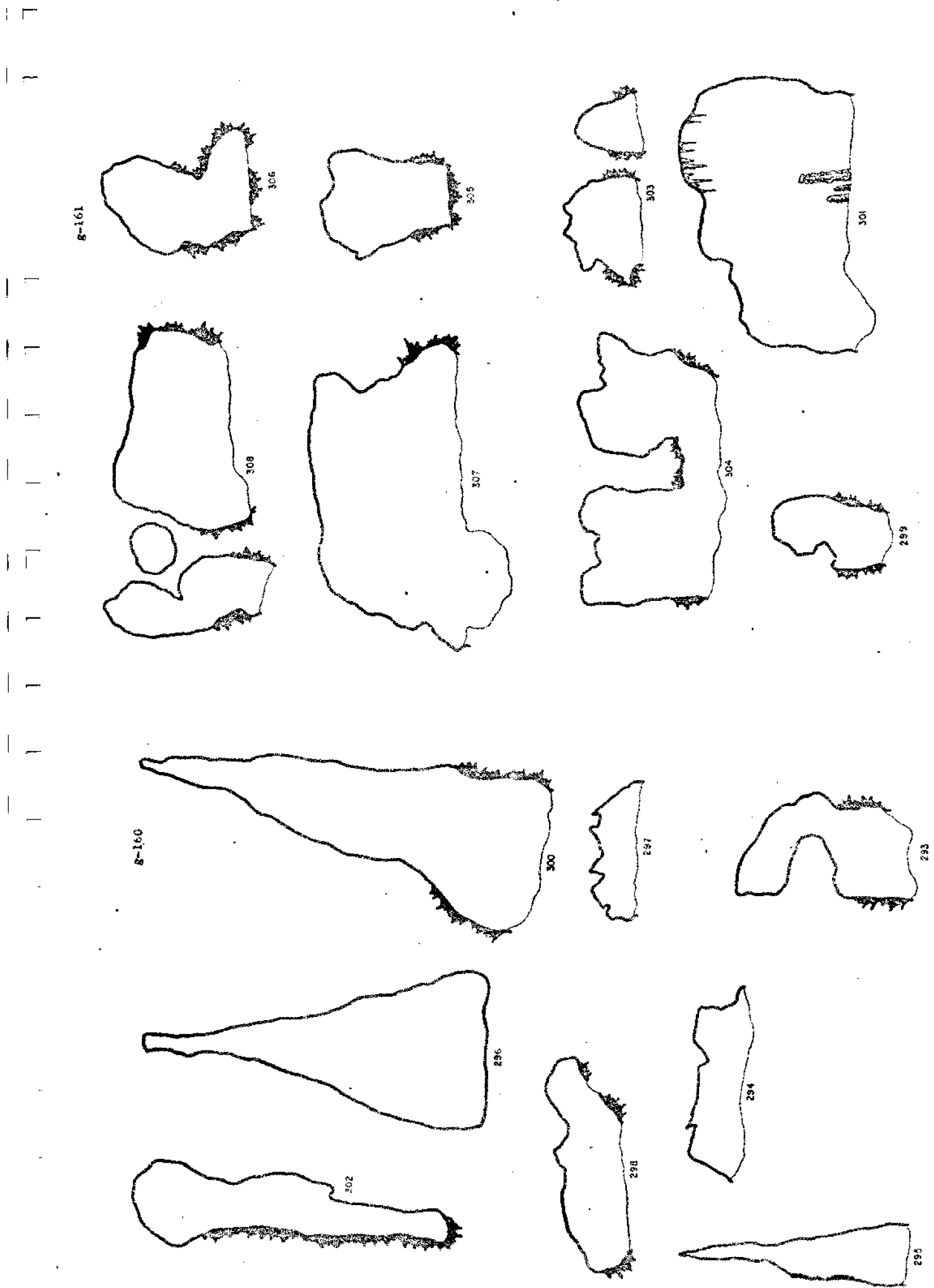




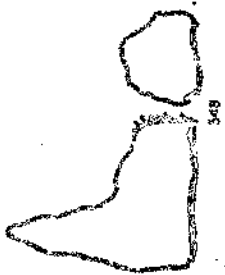
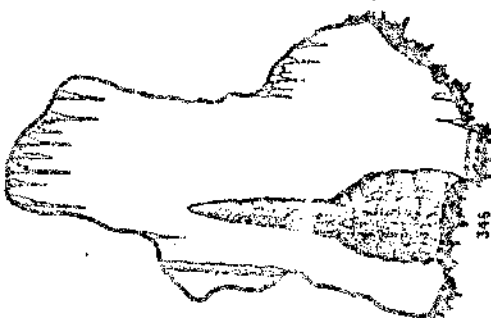
g-136



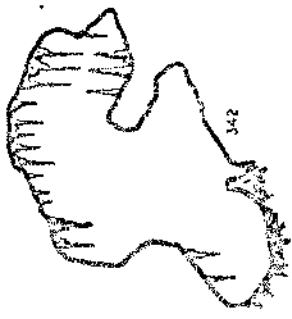


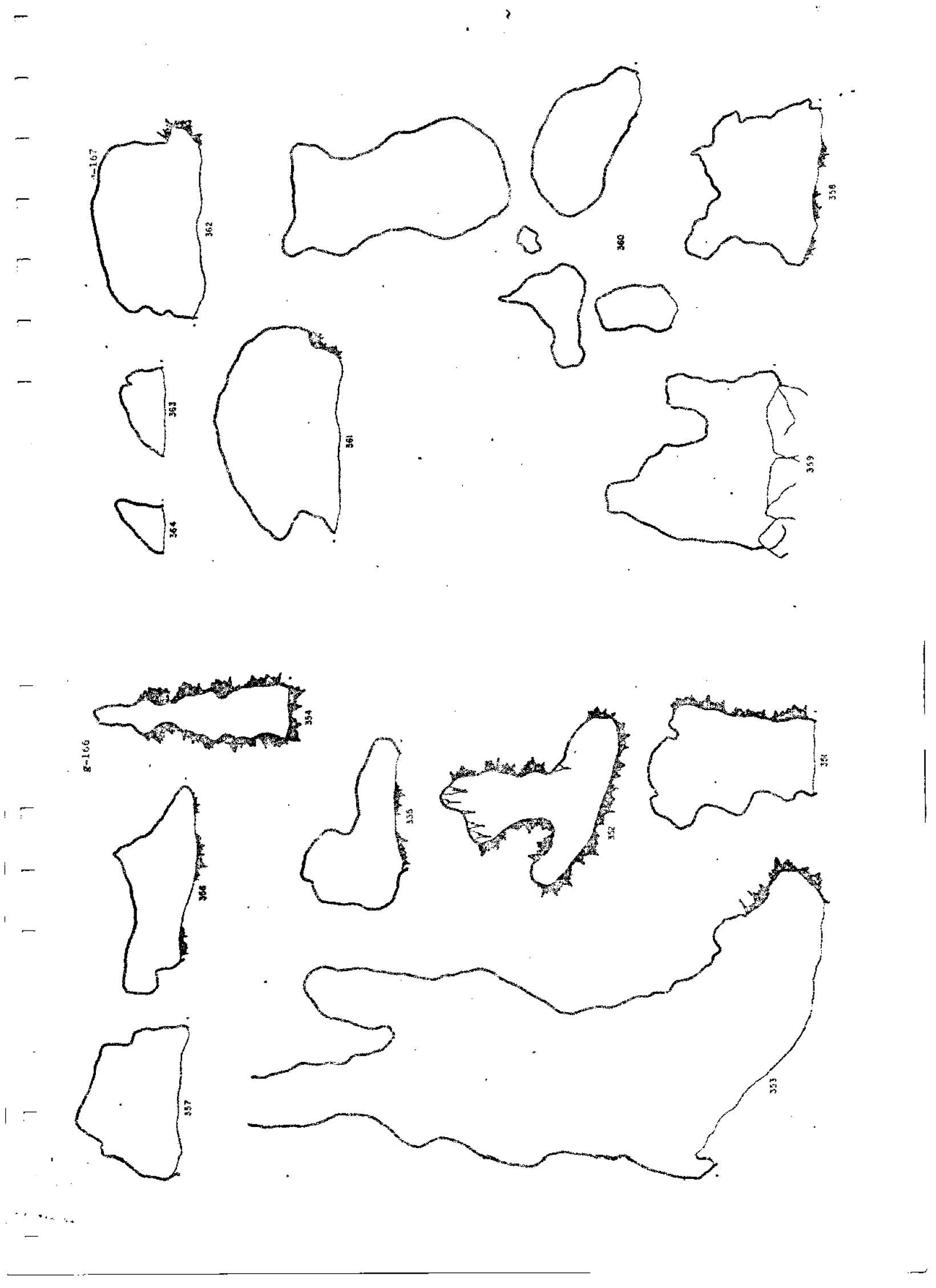


g-165

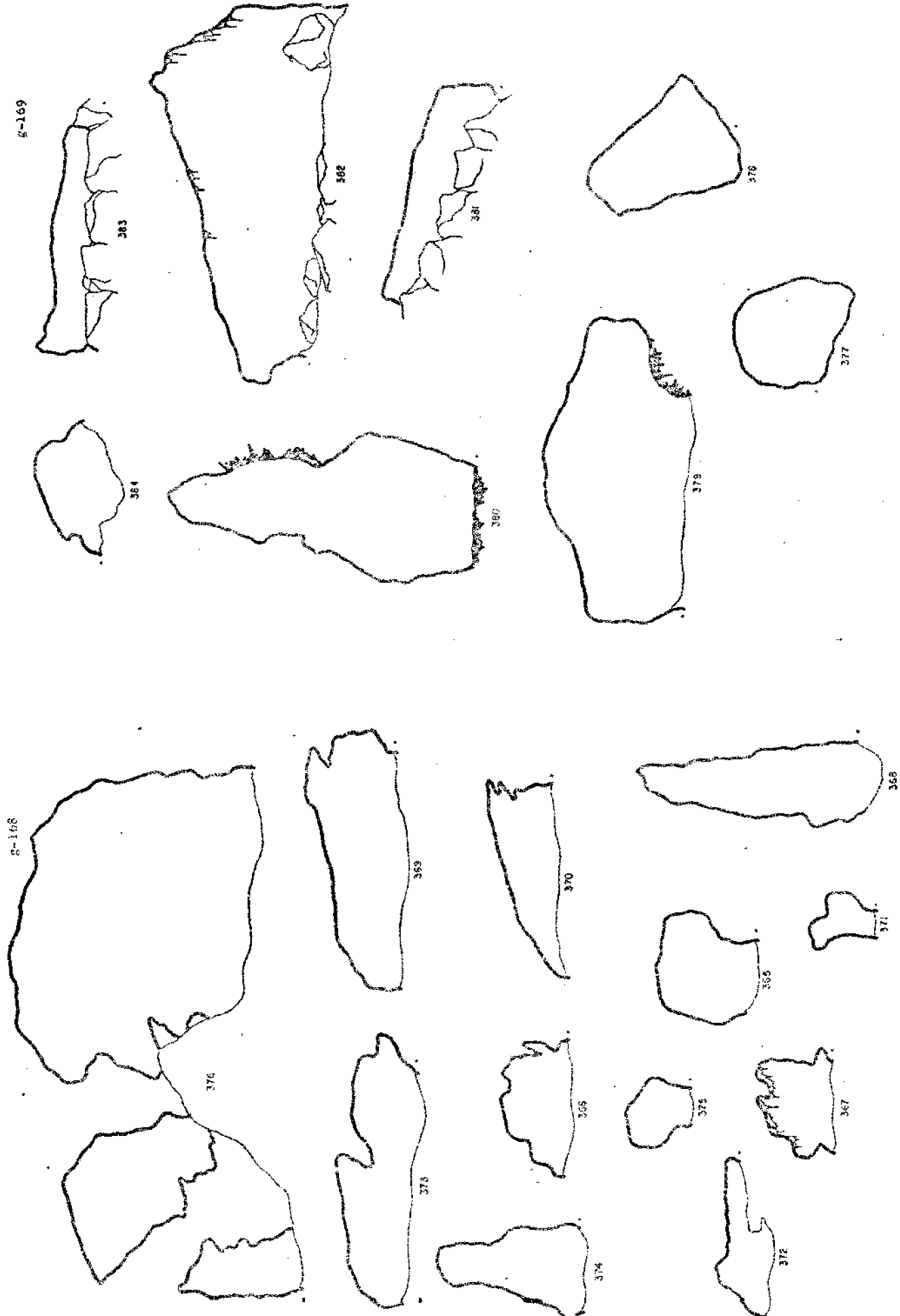


g-164

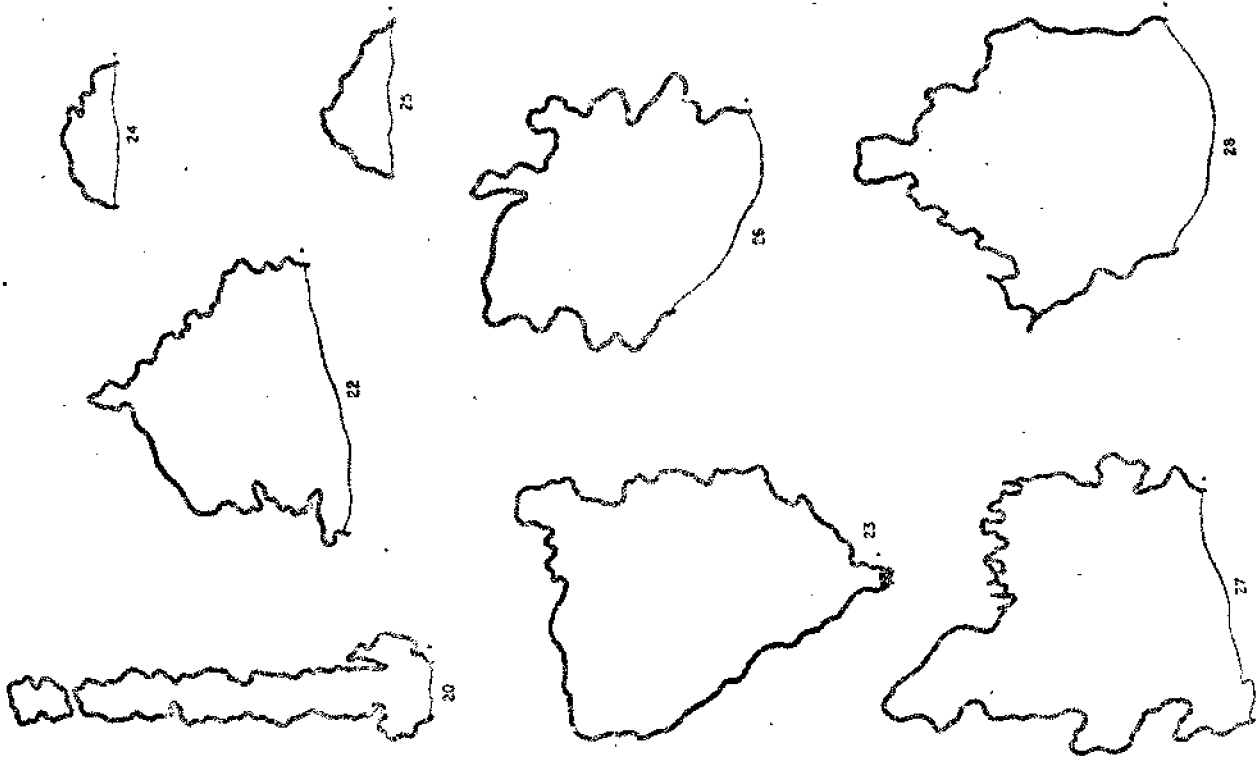




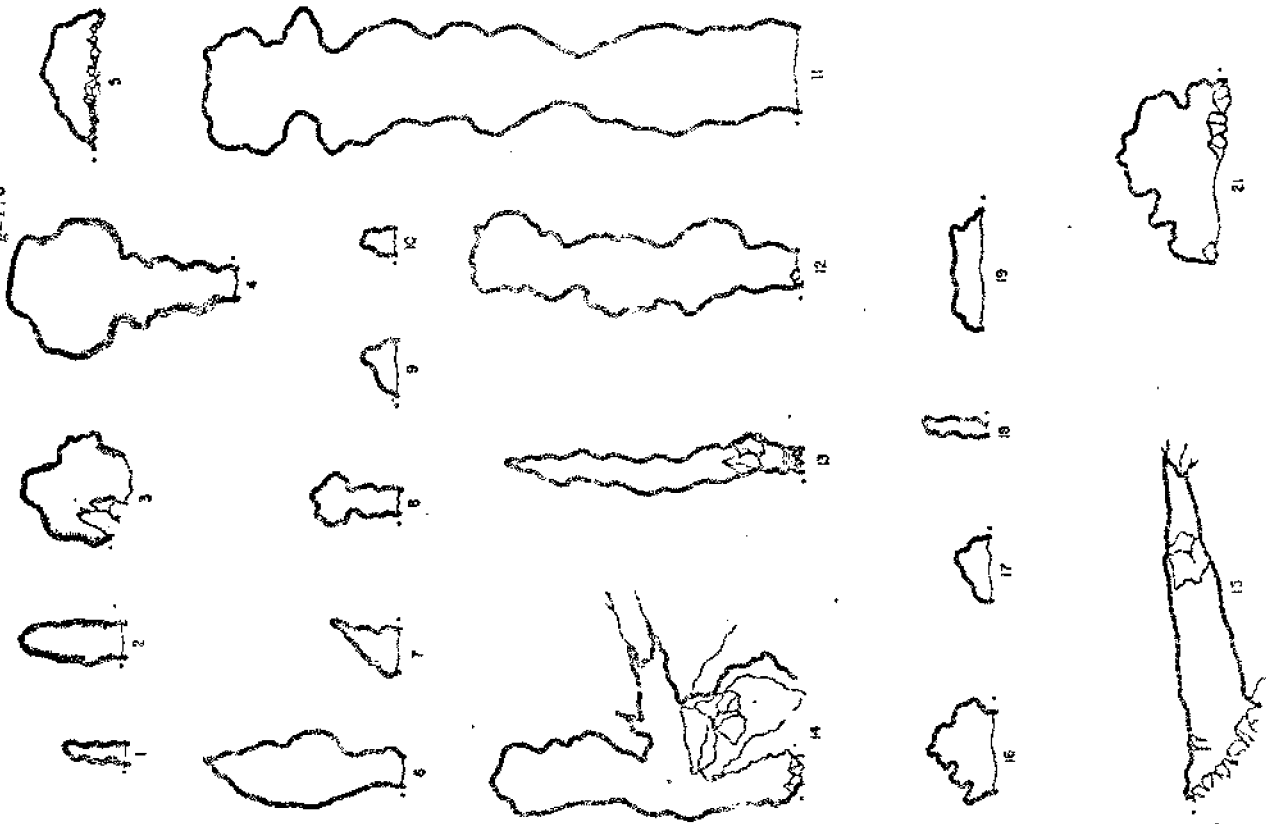
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



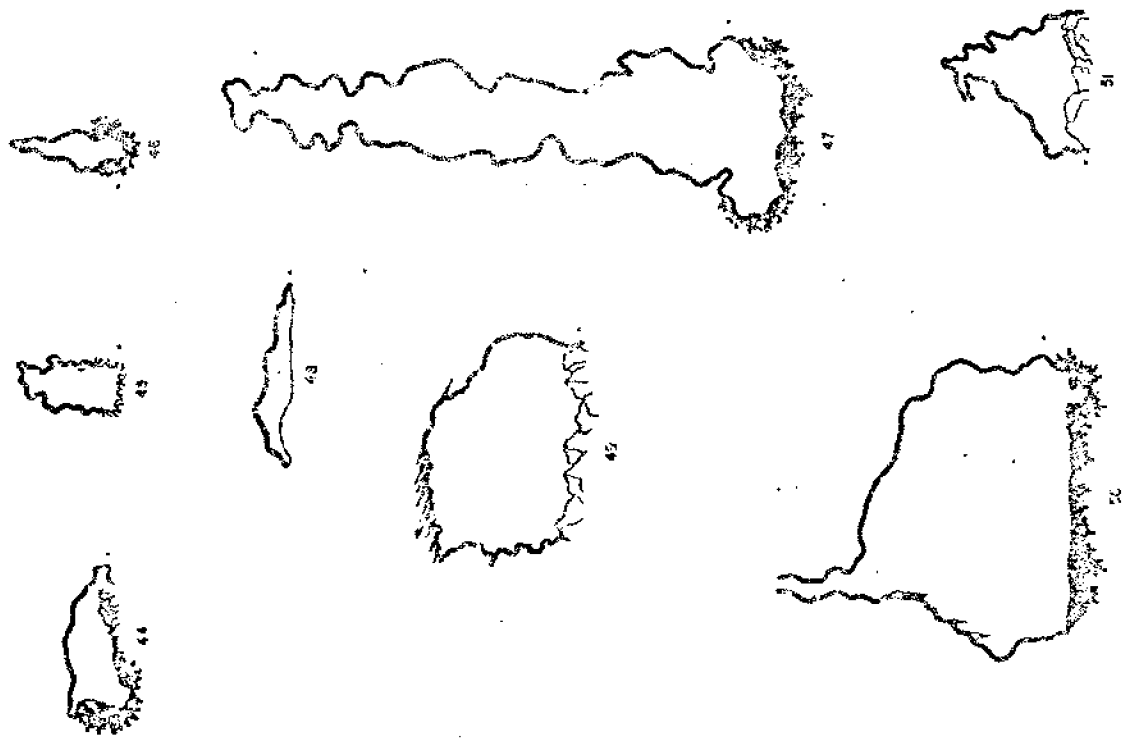
R-171



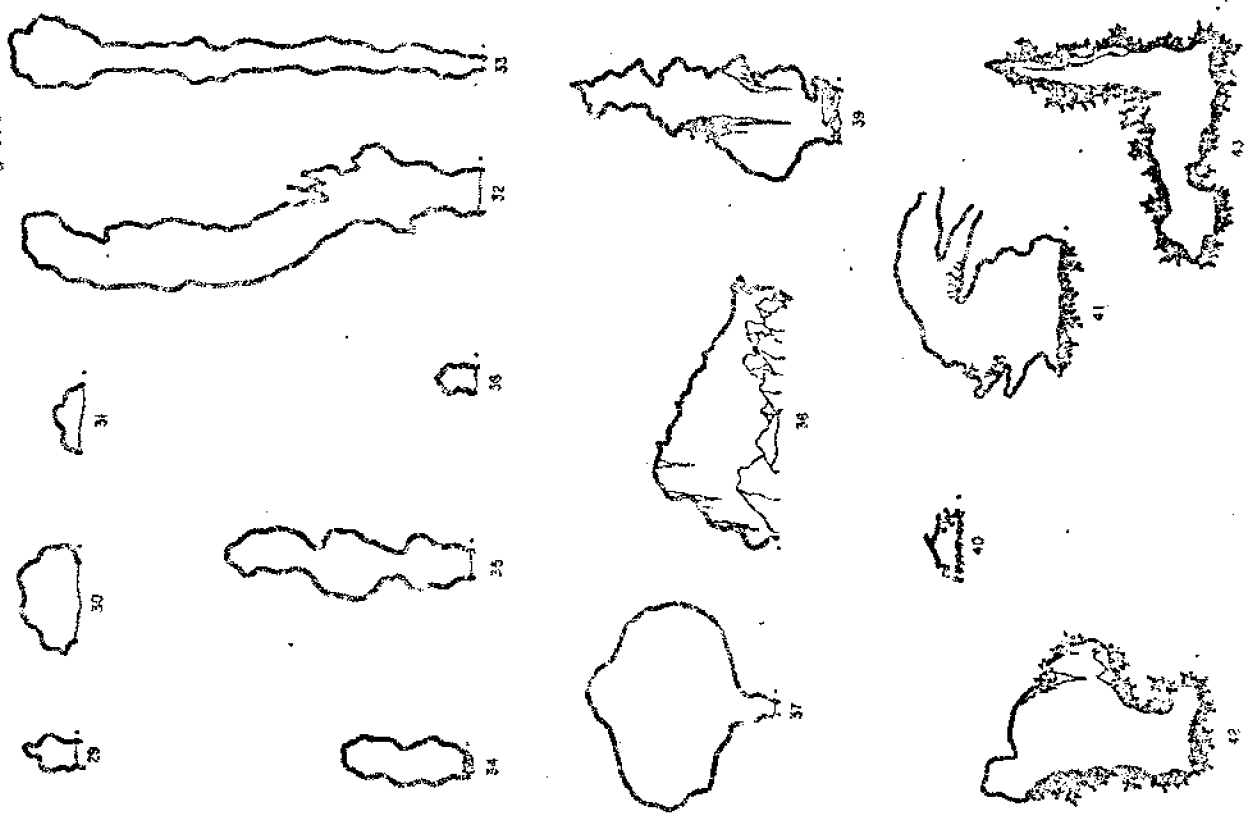
R-170

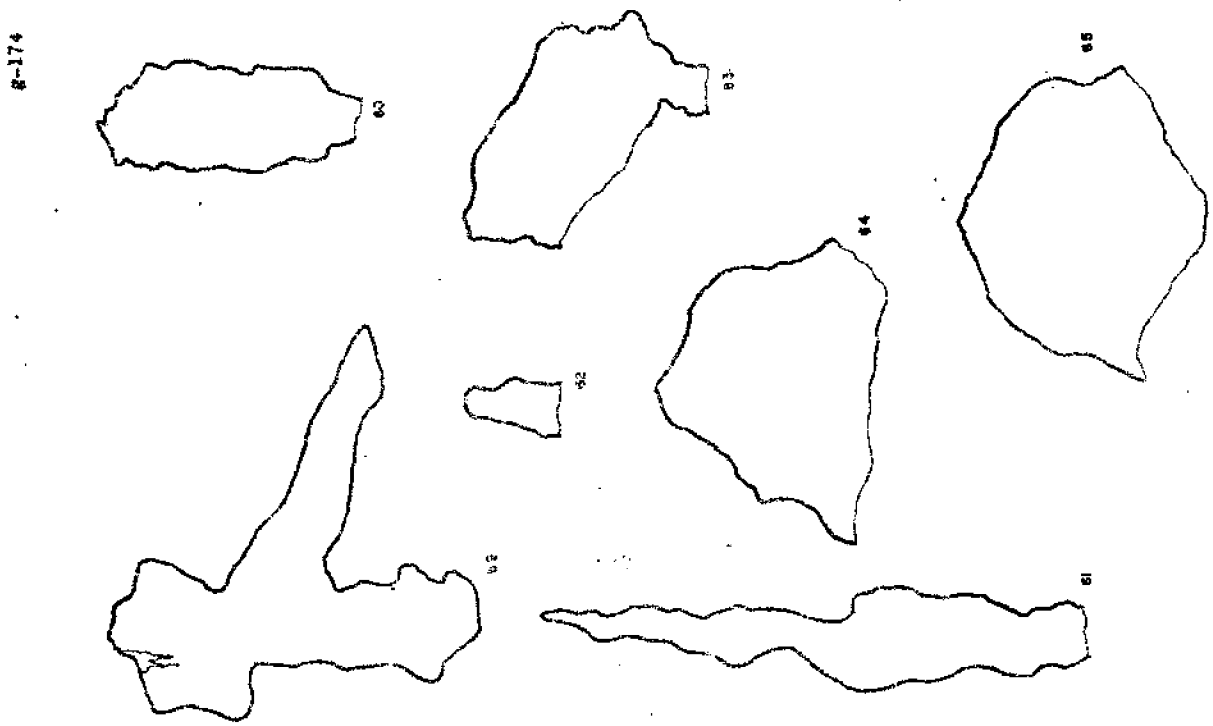
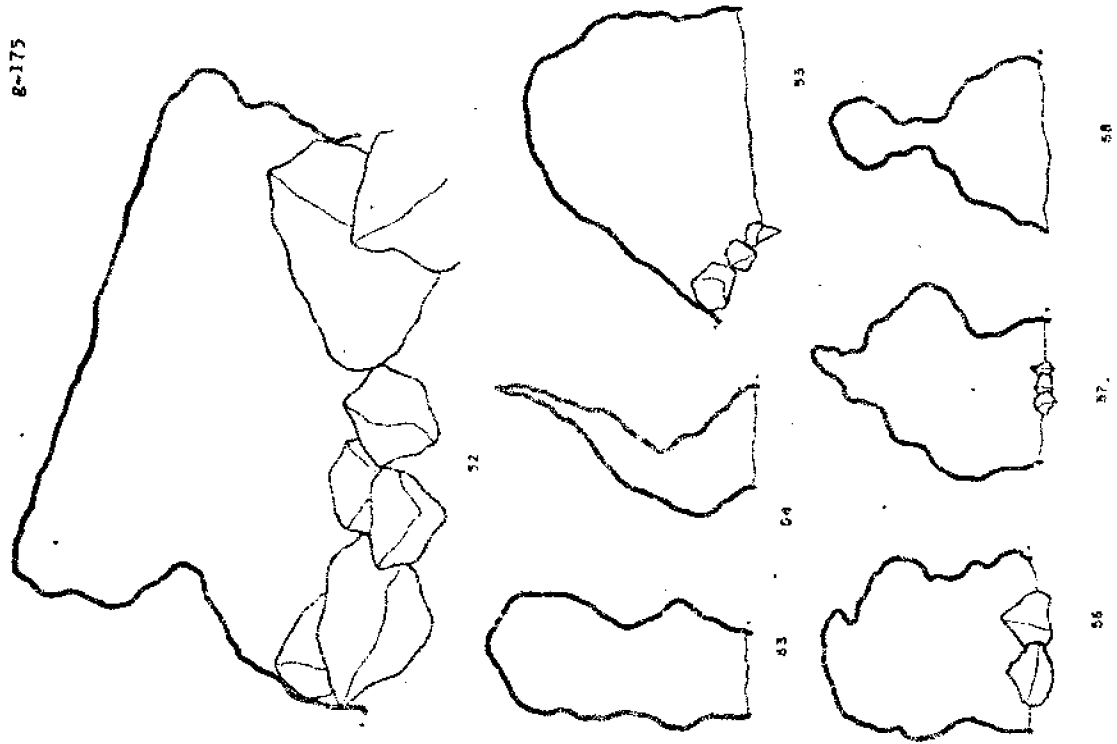


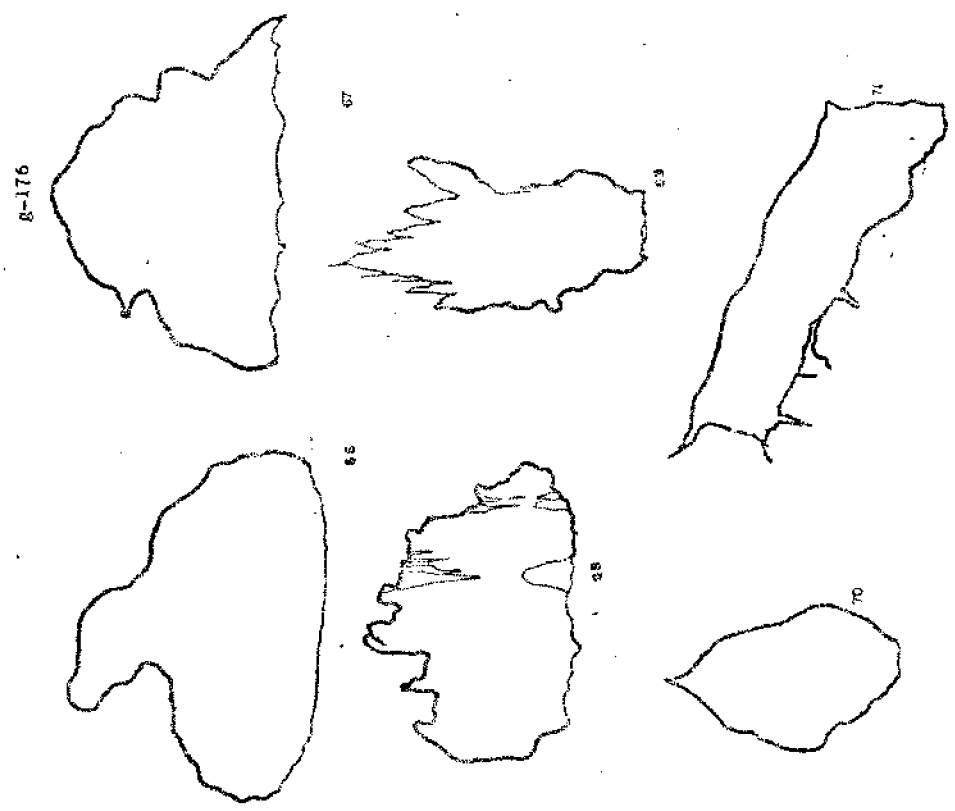
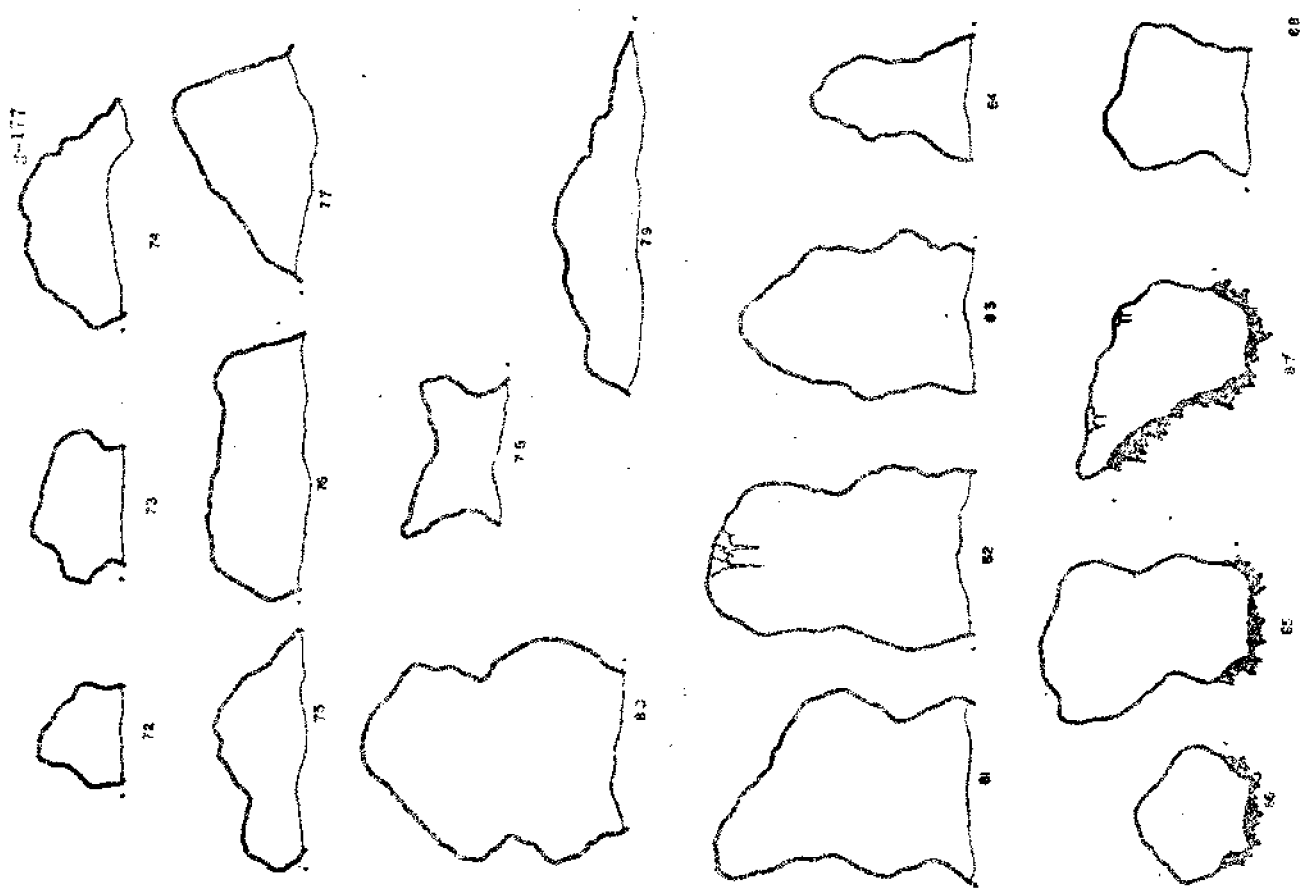
8-173

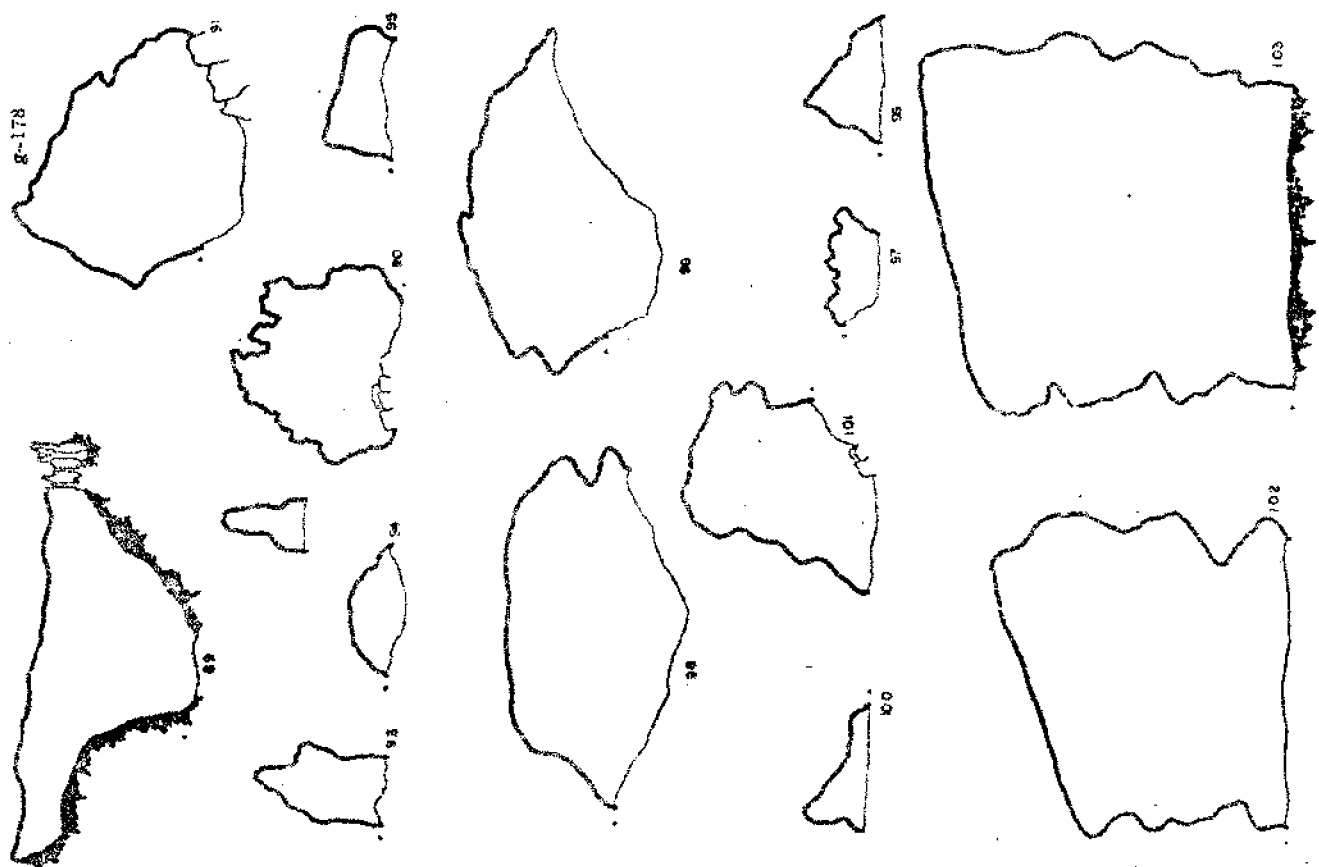
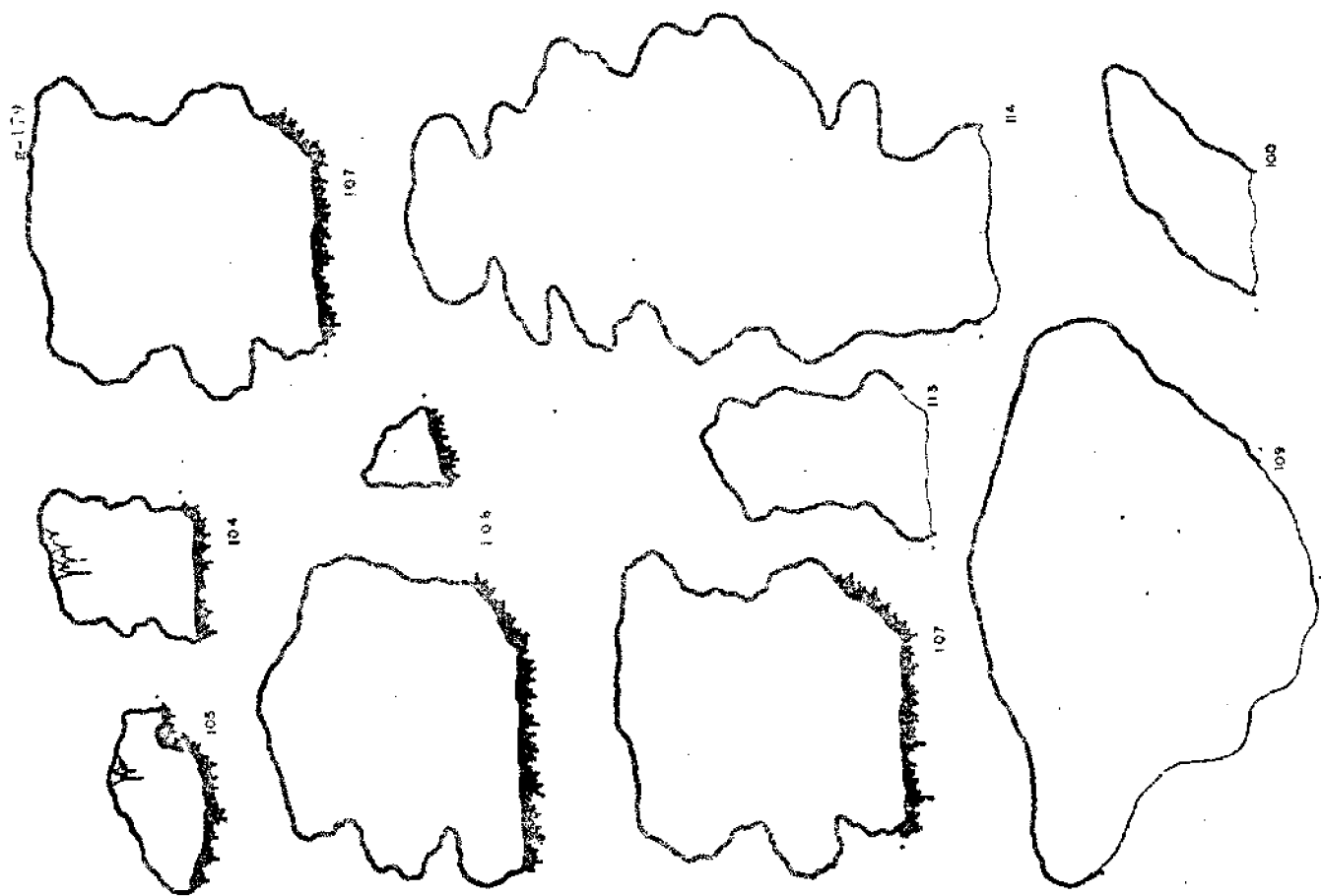


8-172



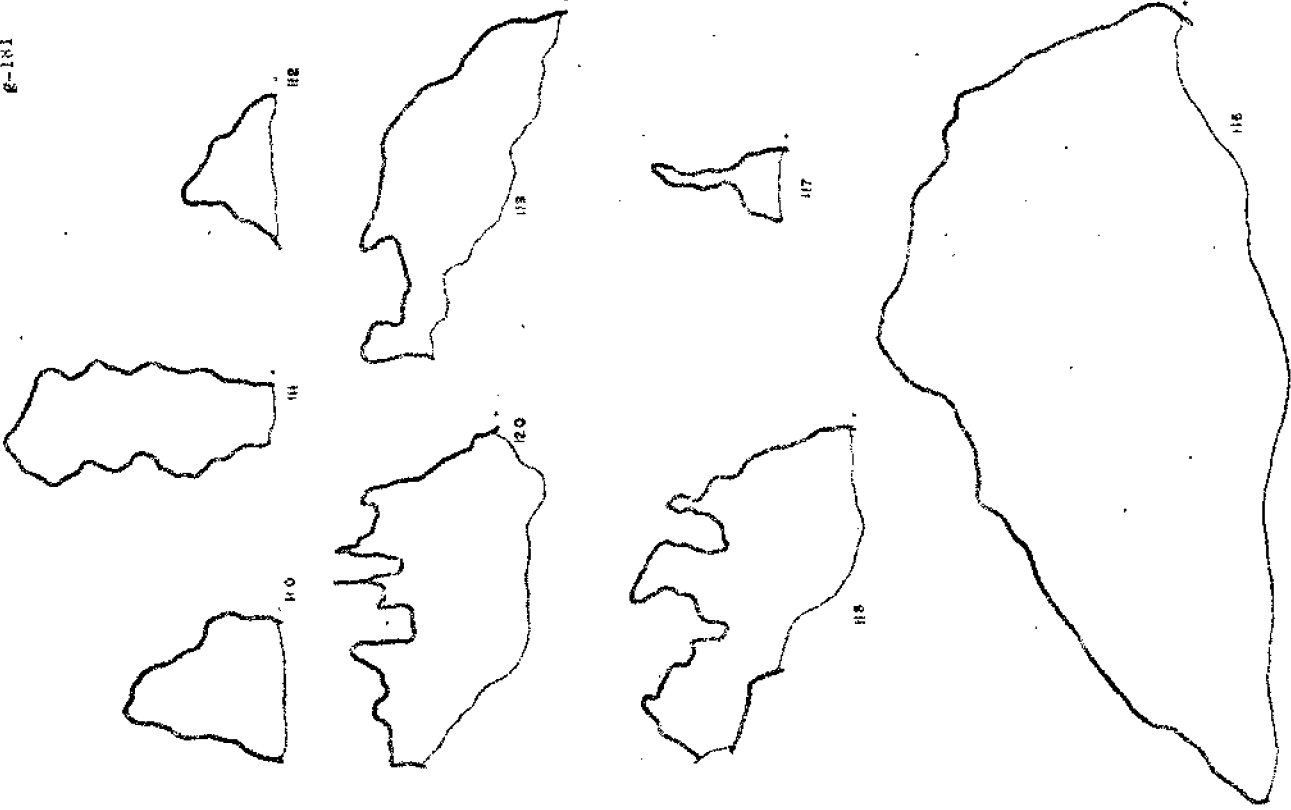




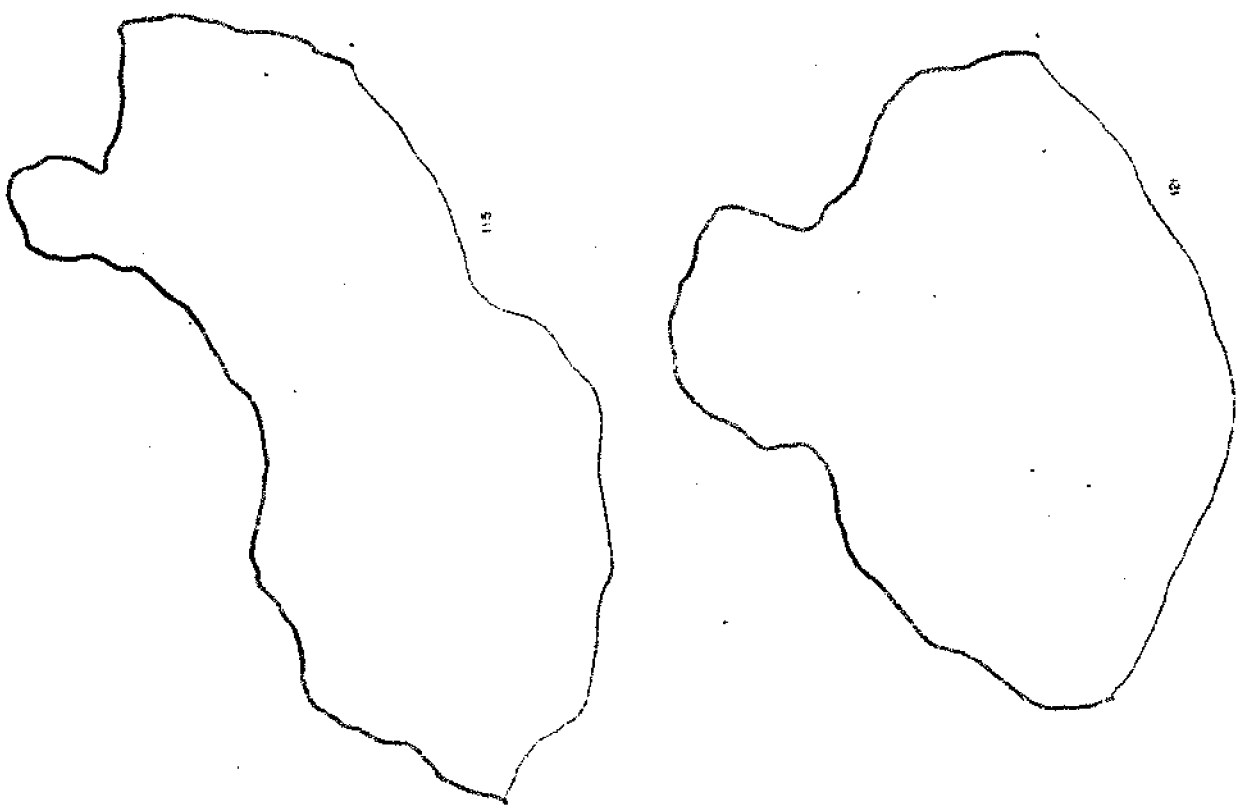


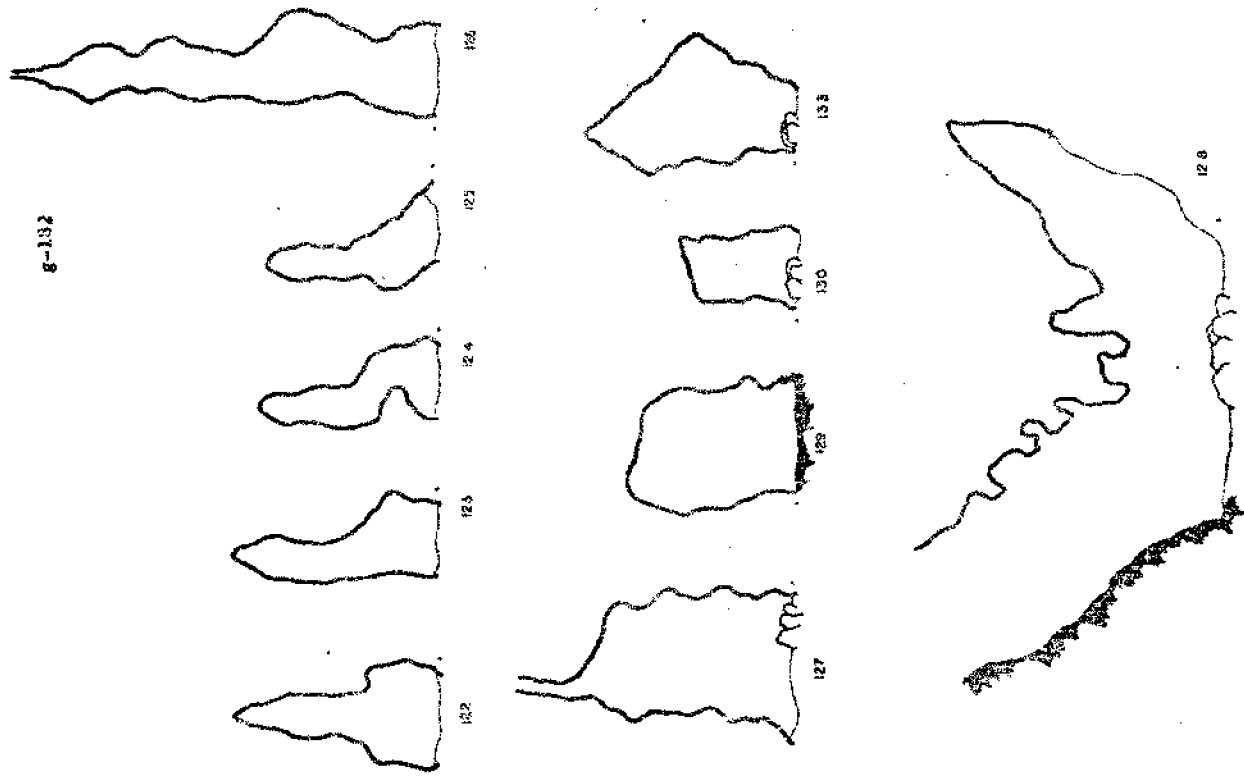
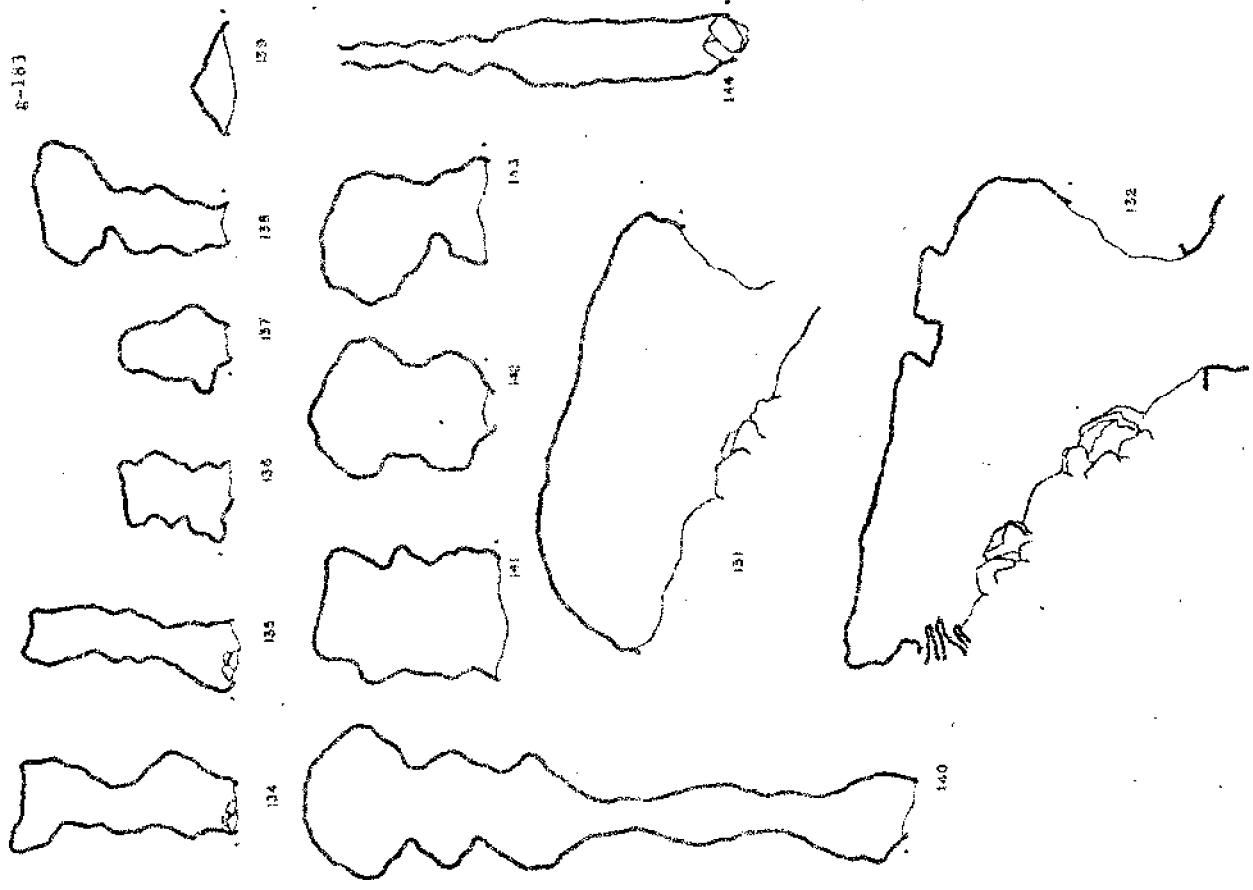
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

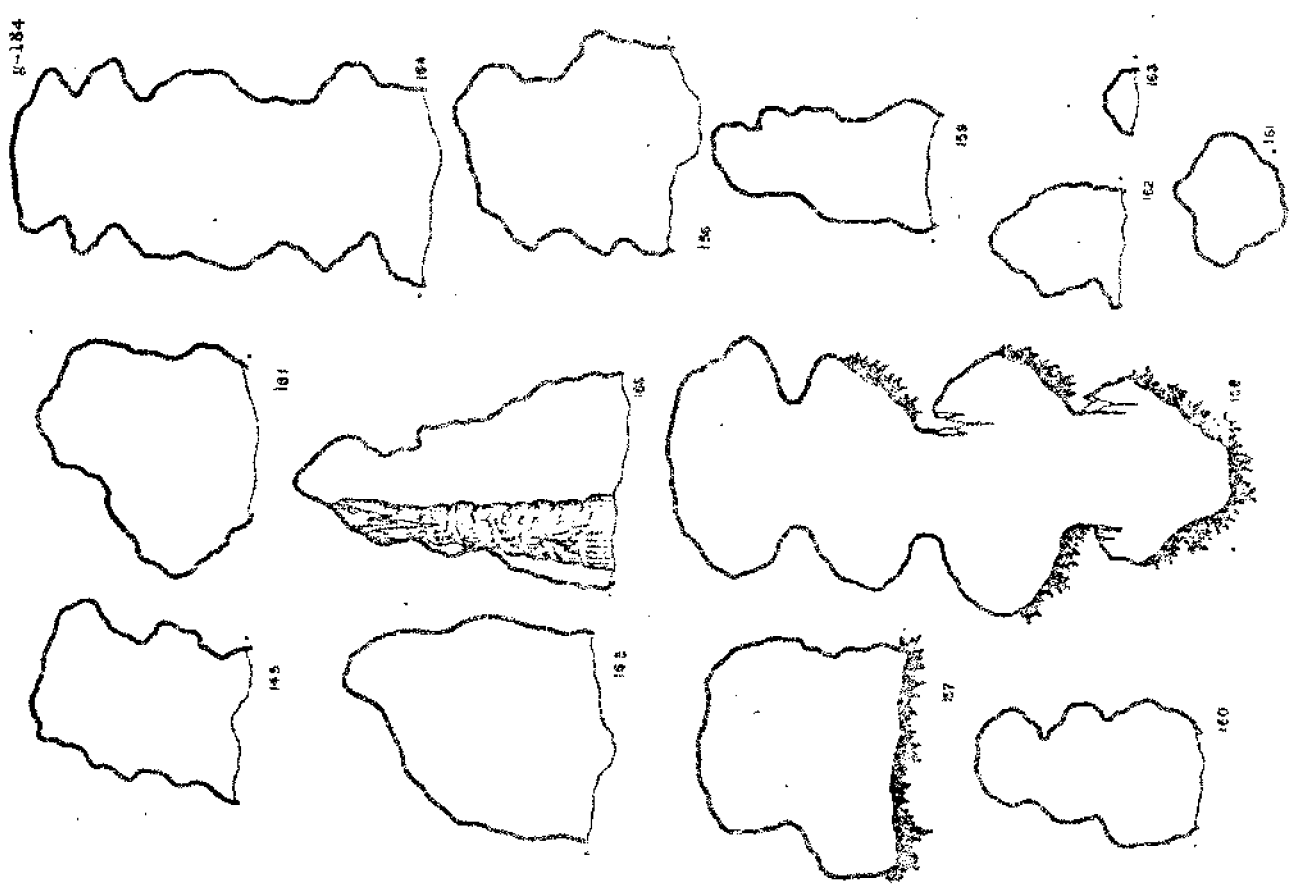
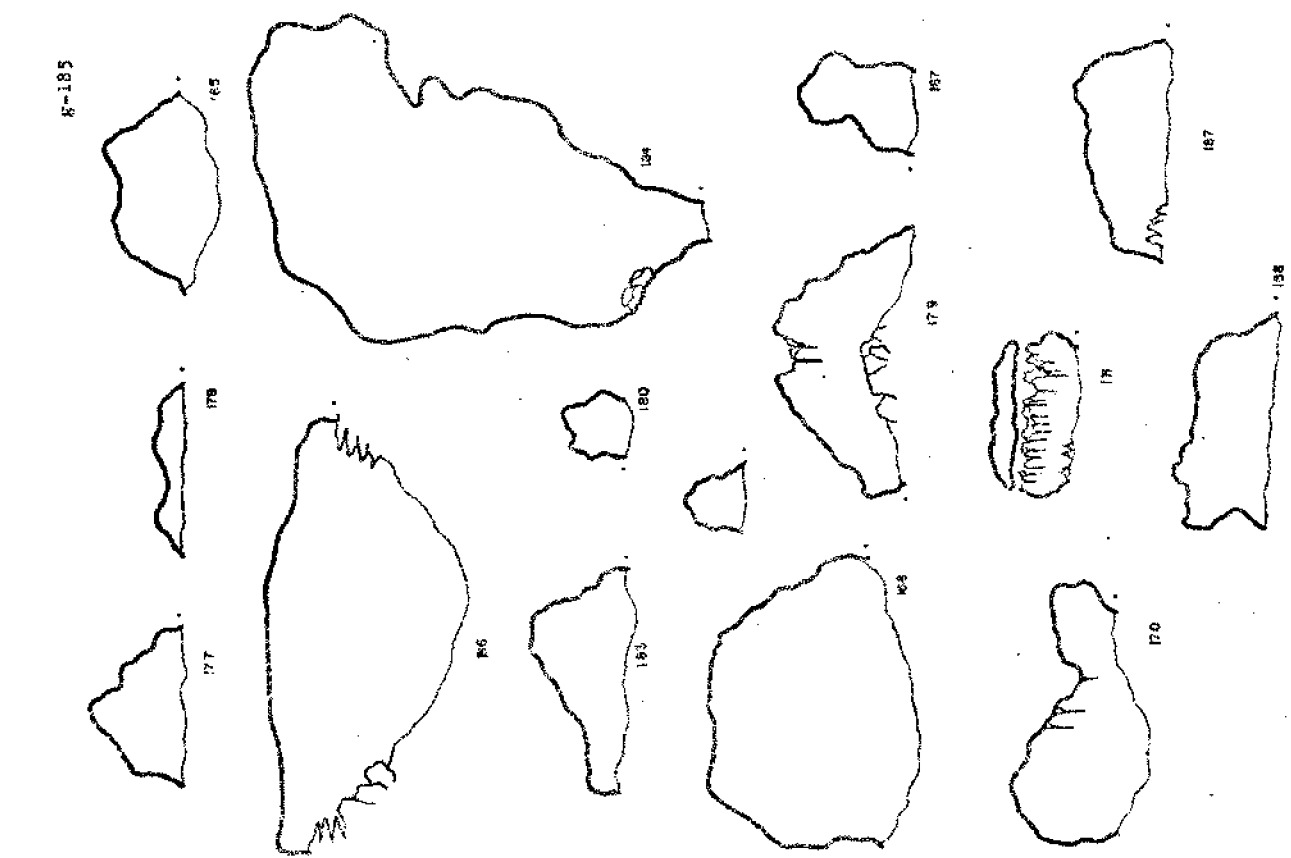
8-181

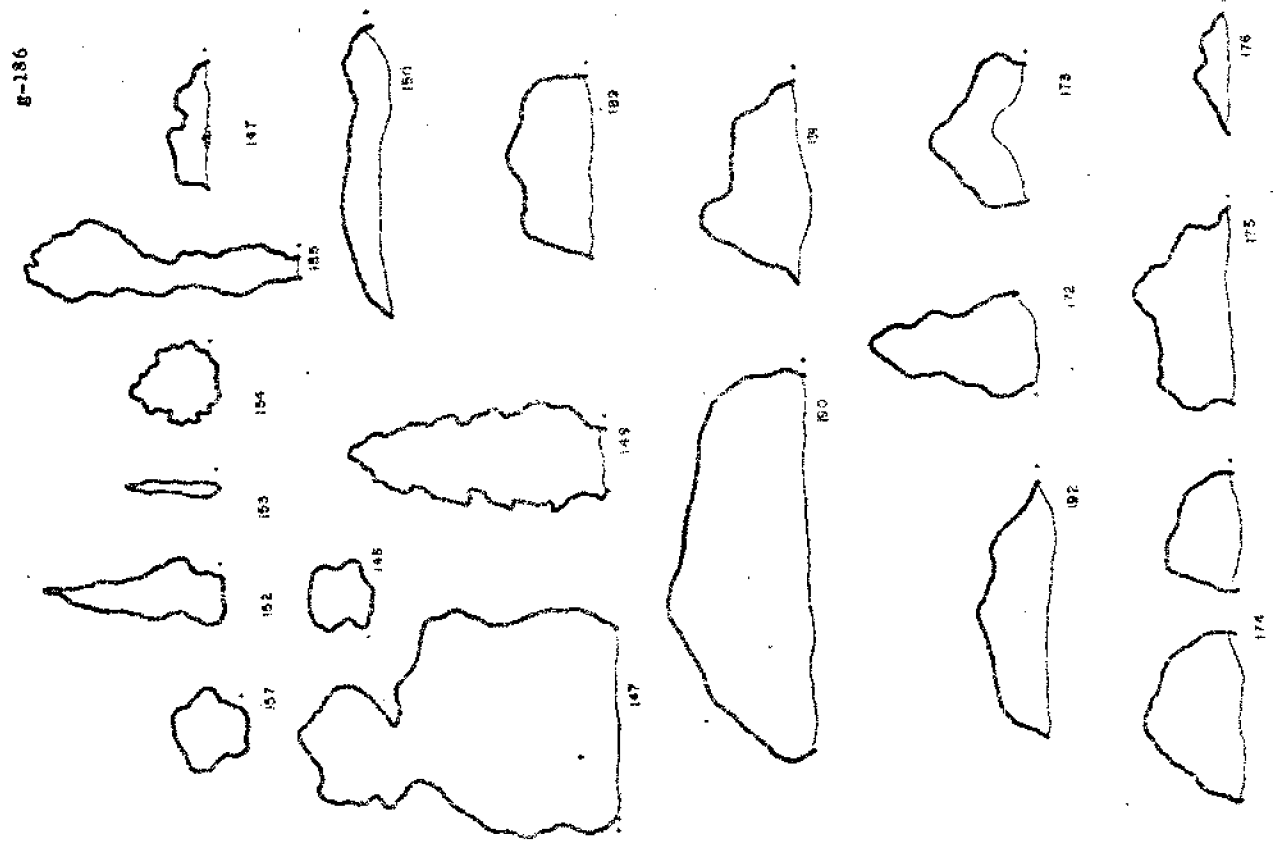
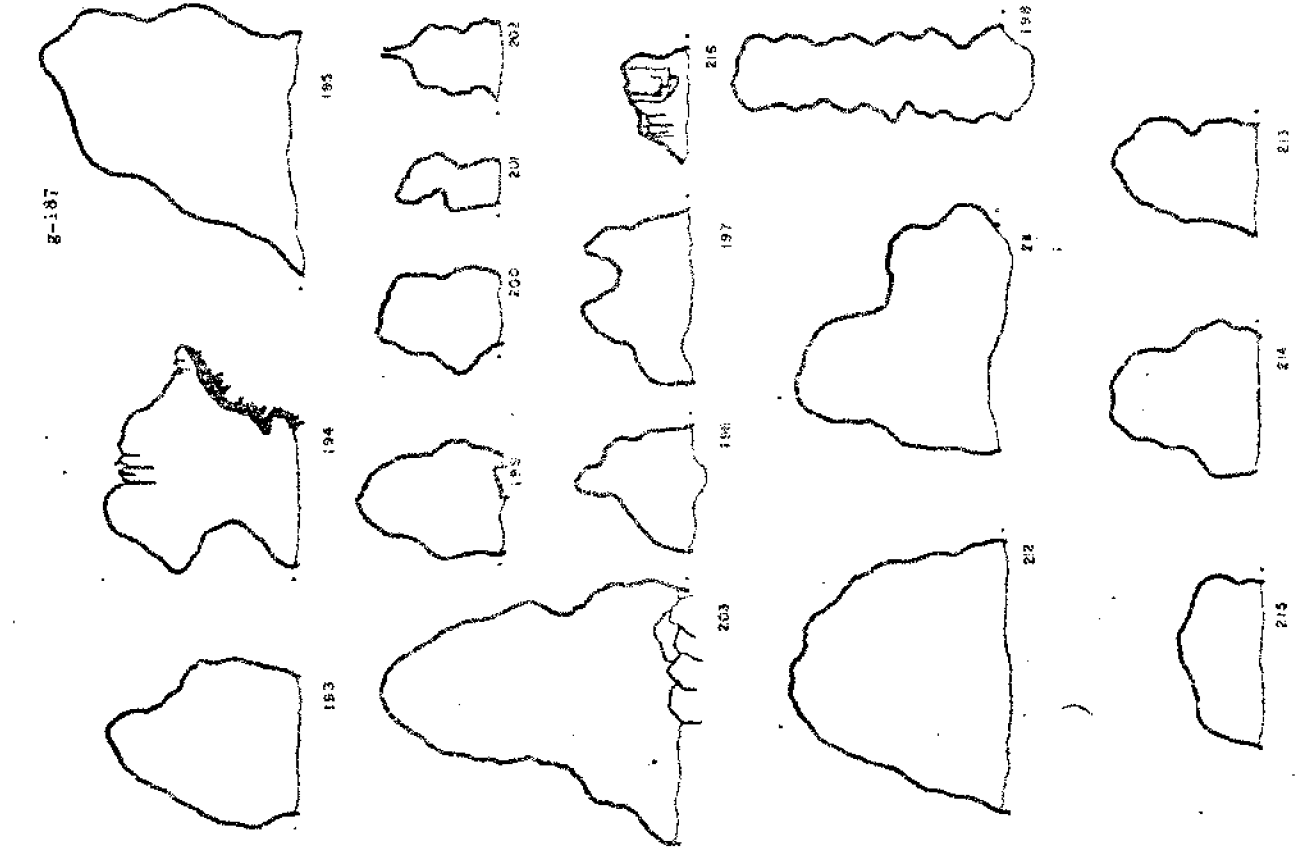


8-180

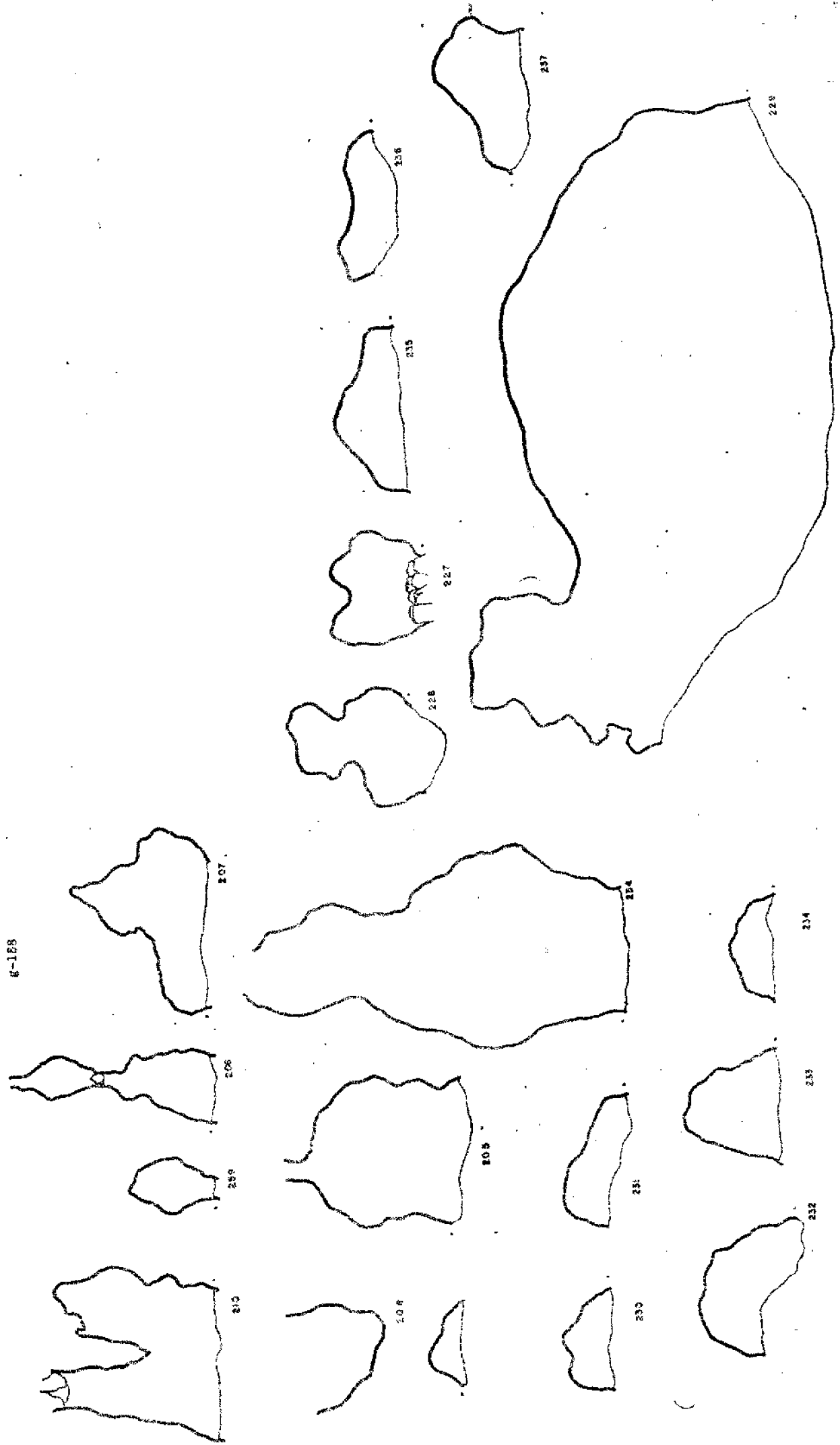


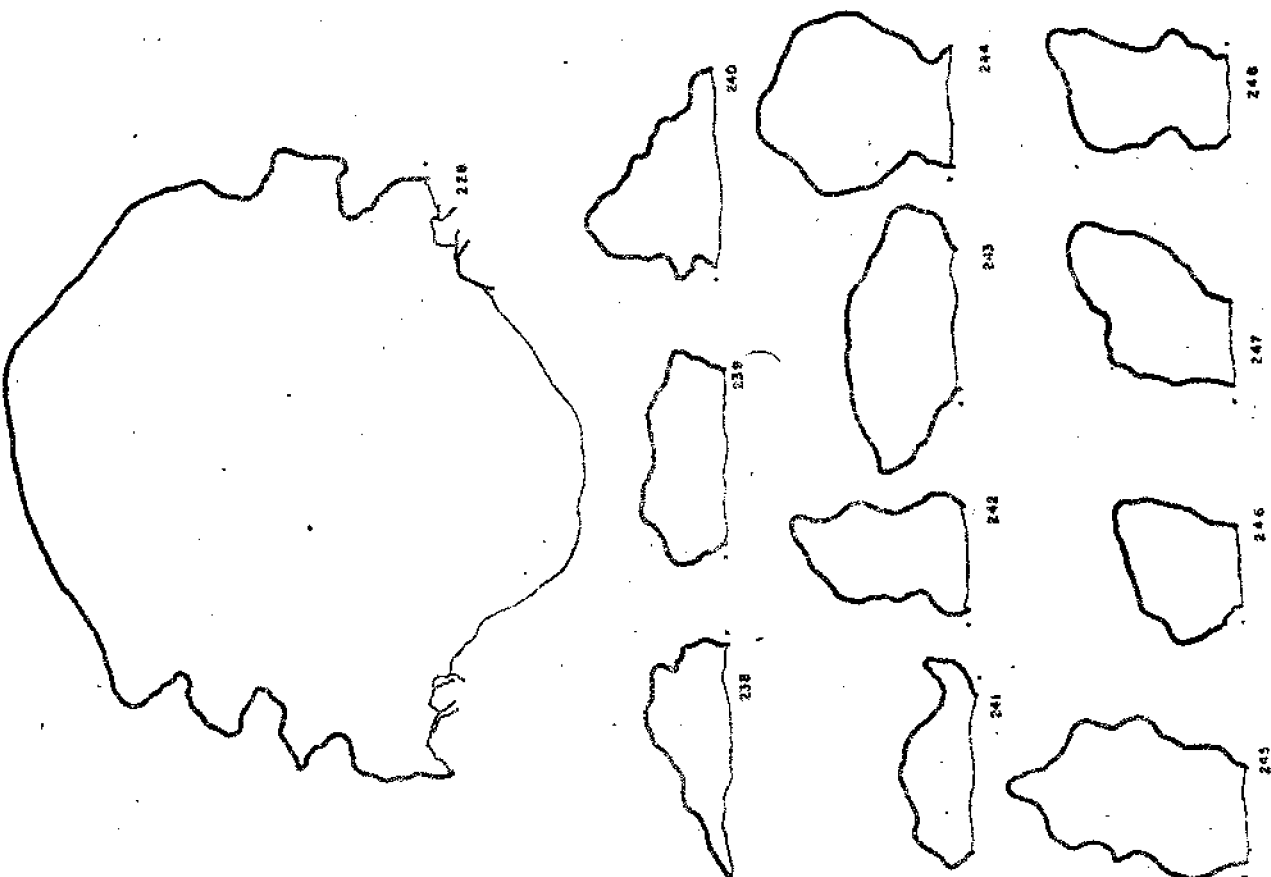
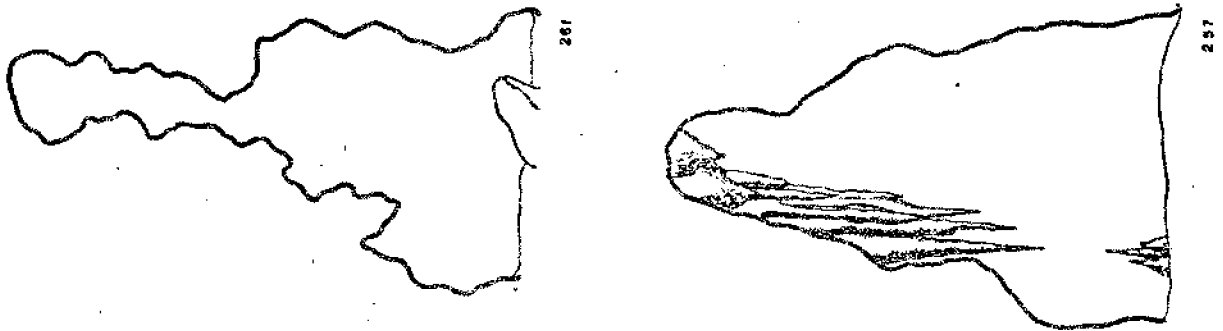
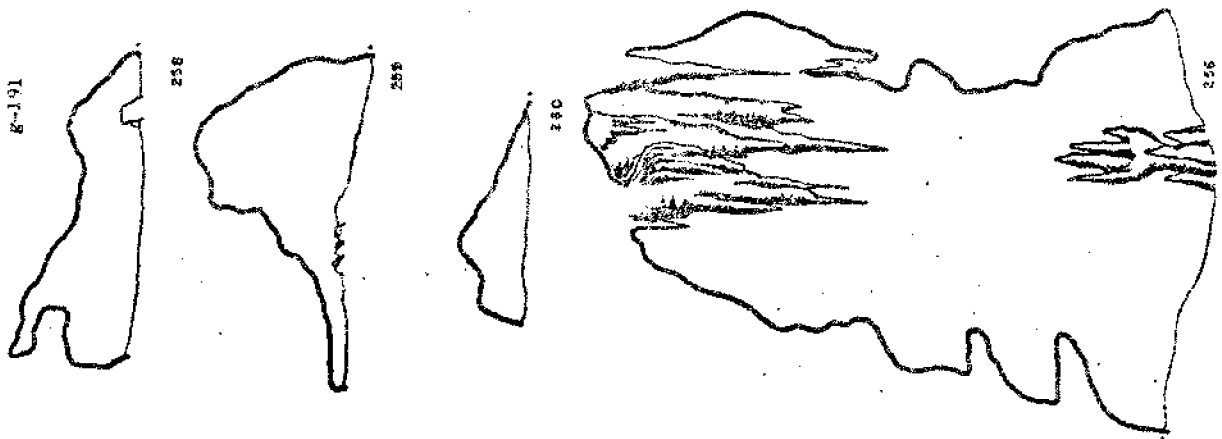






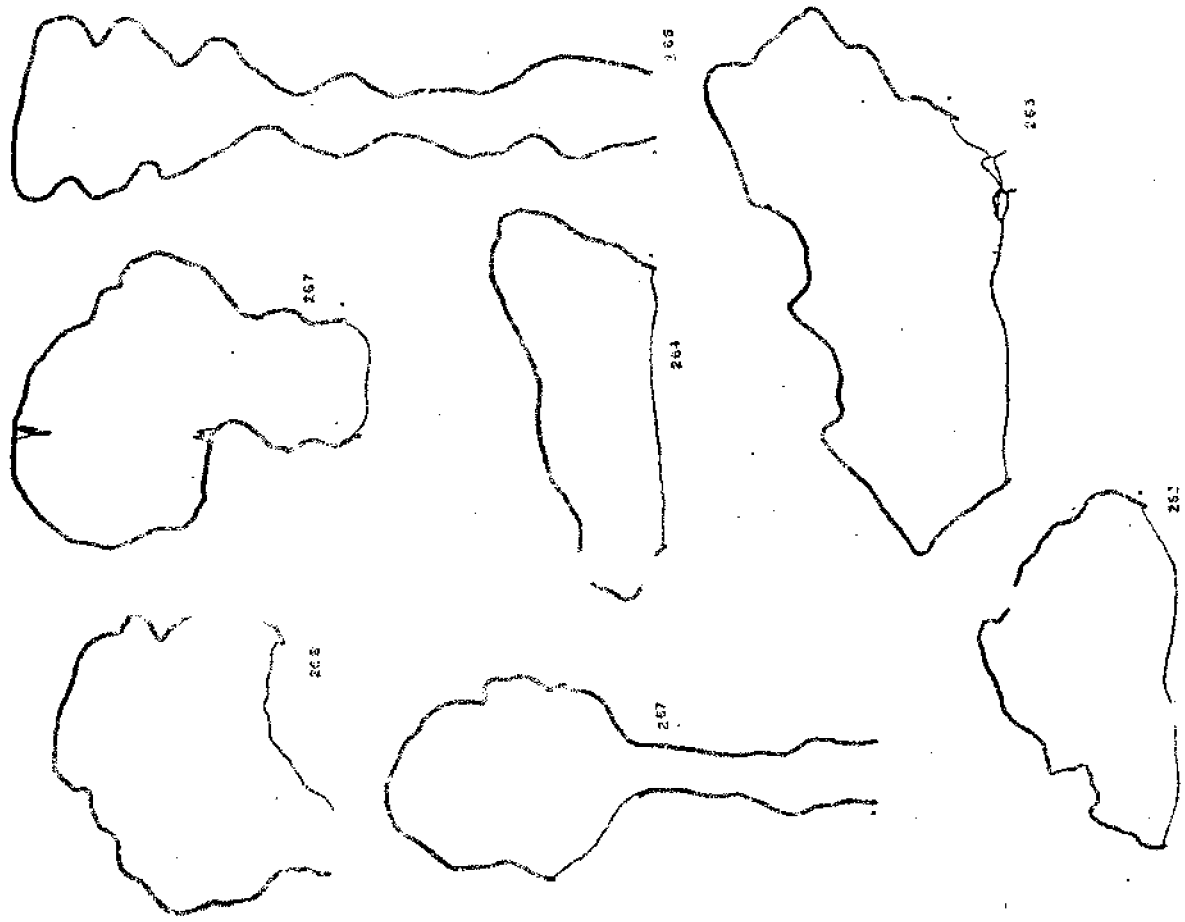
g-189



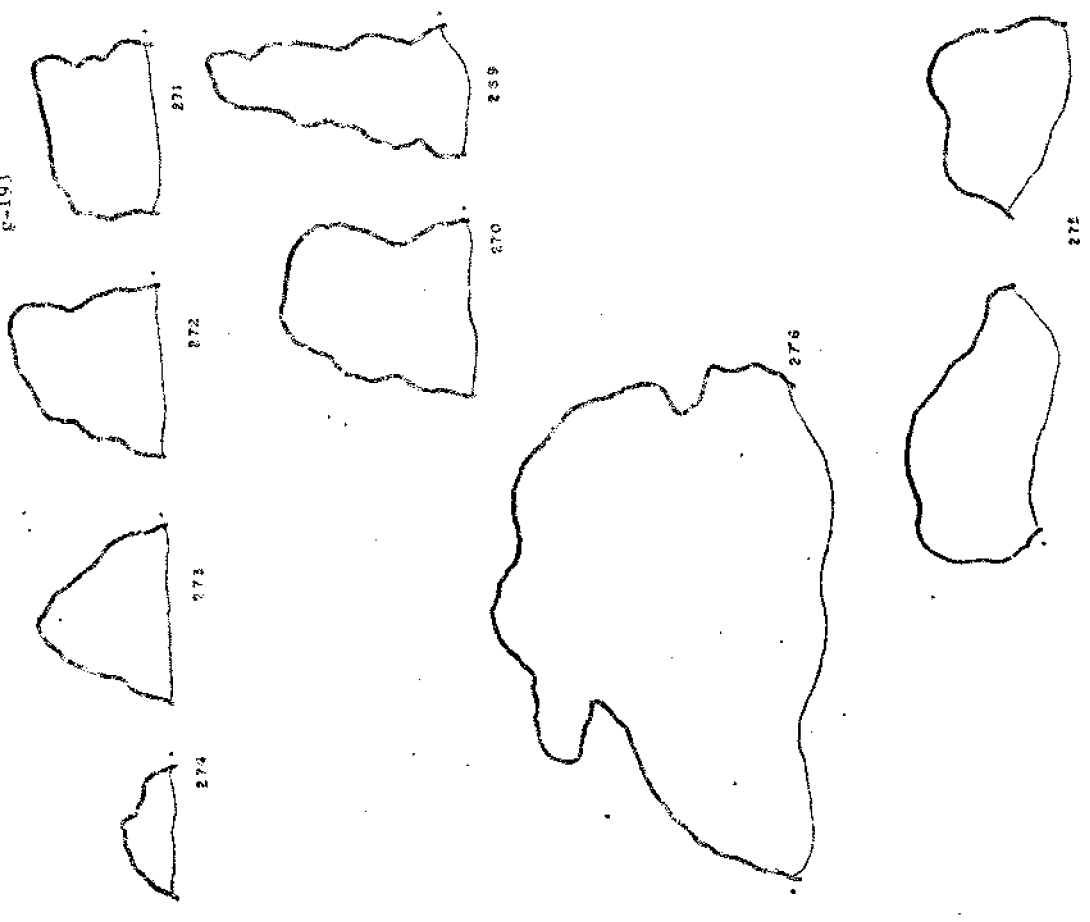


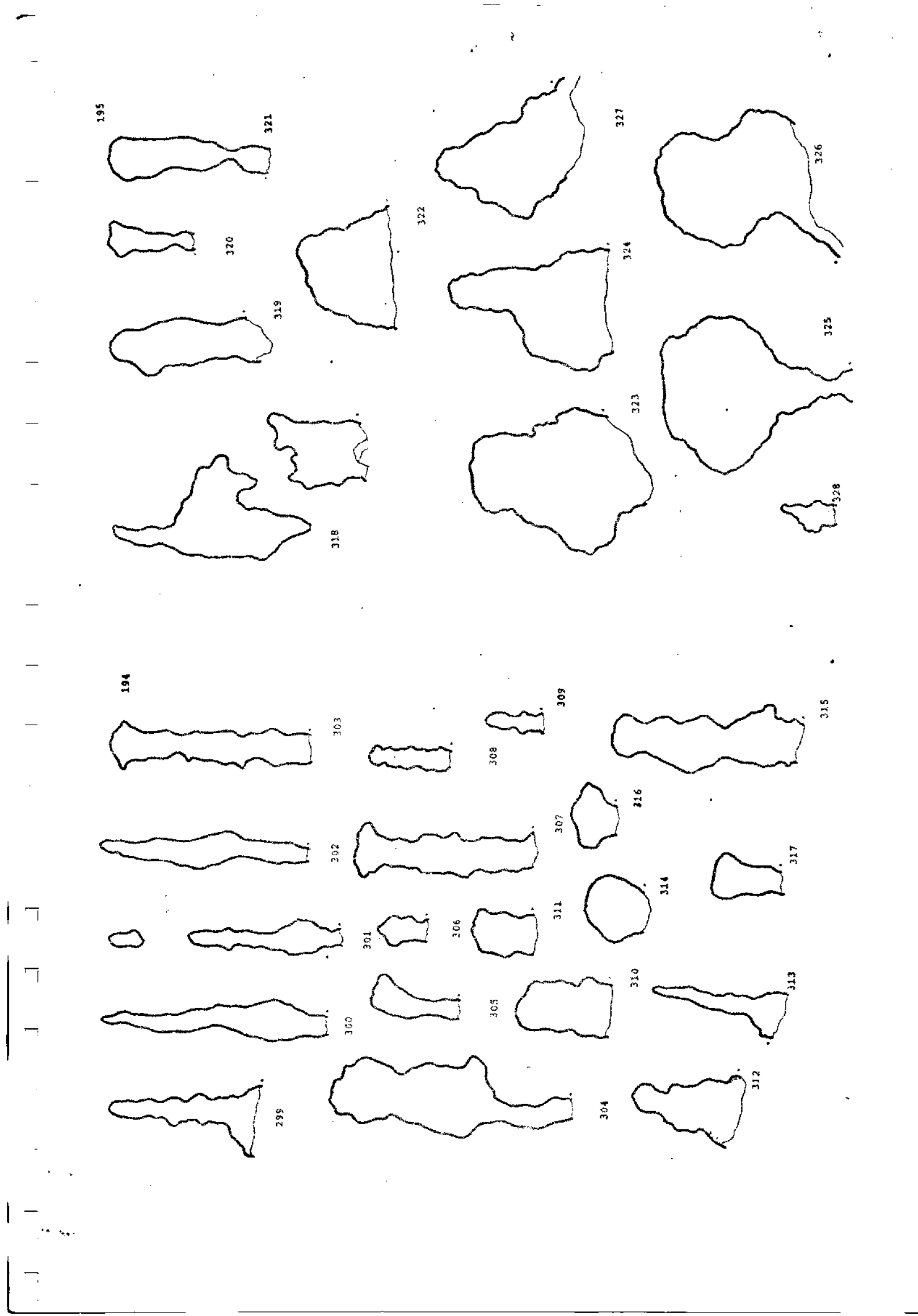
8-190

g-192

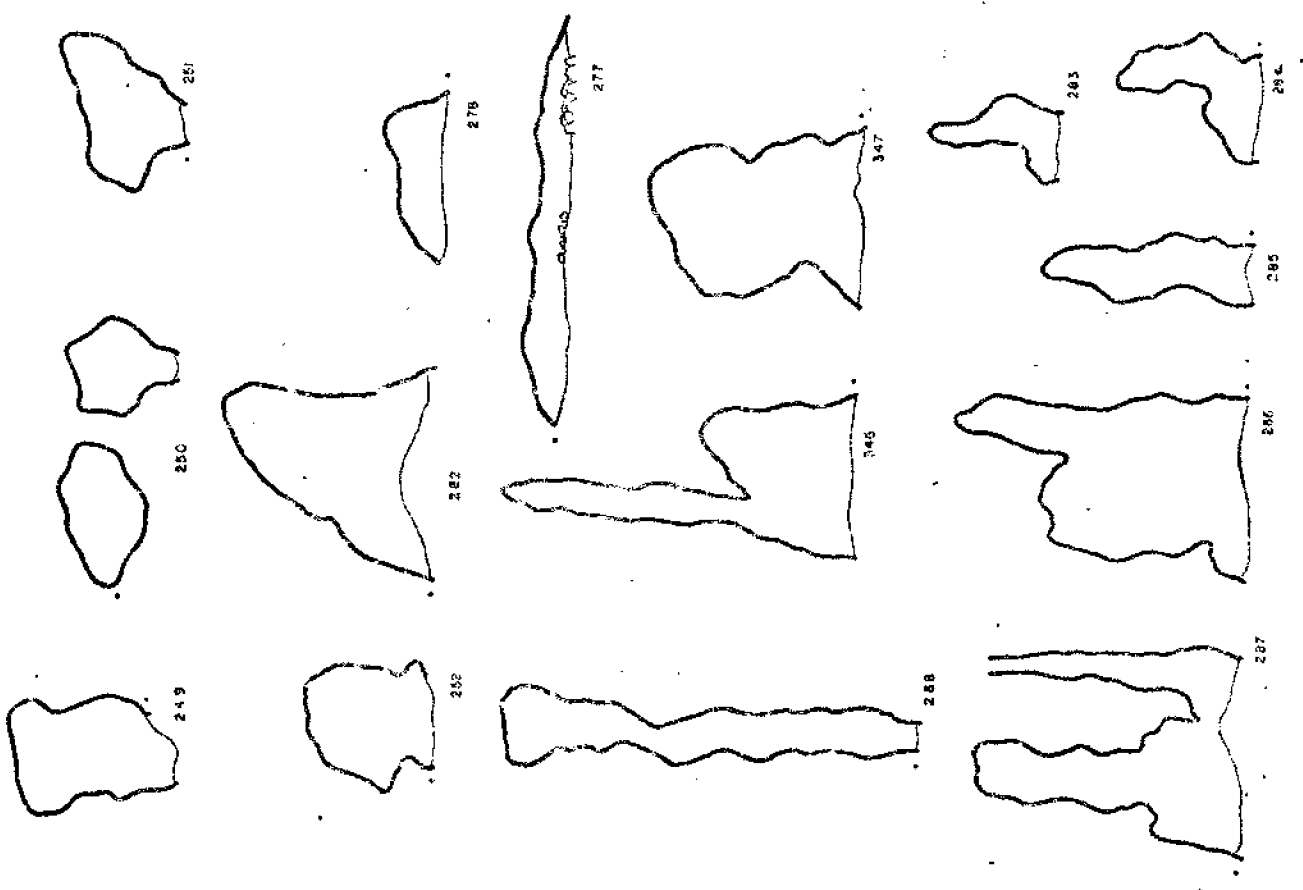


g-193

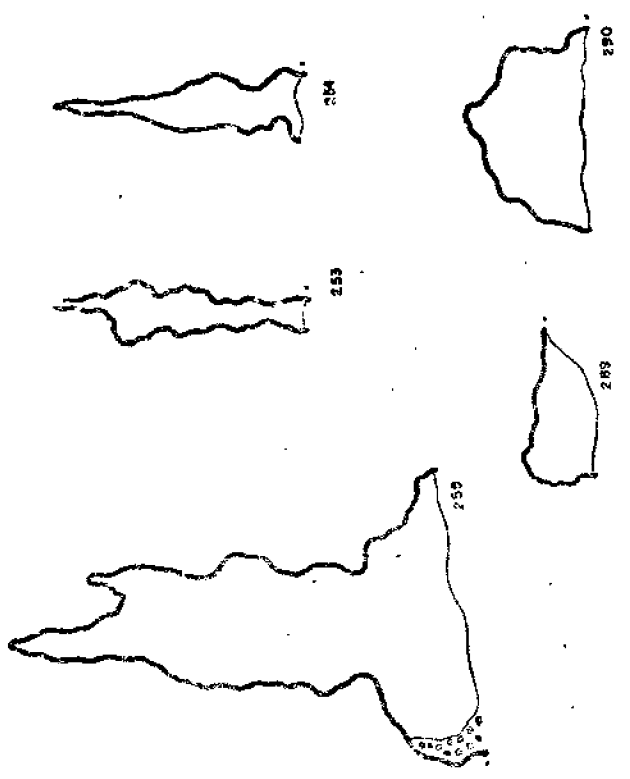


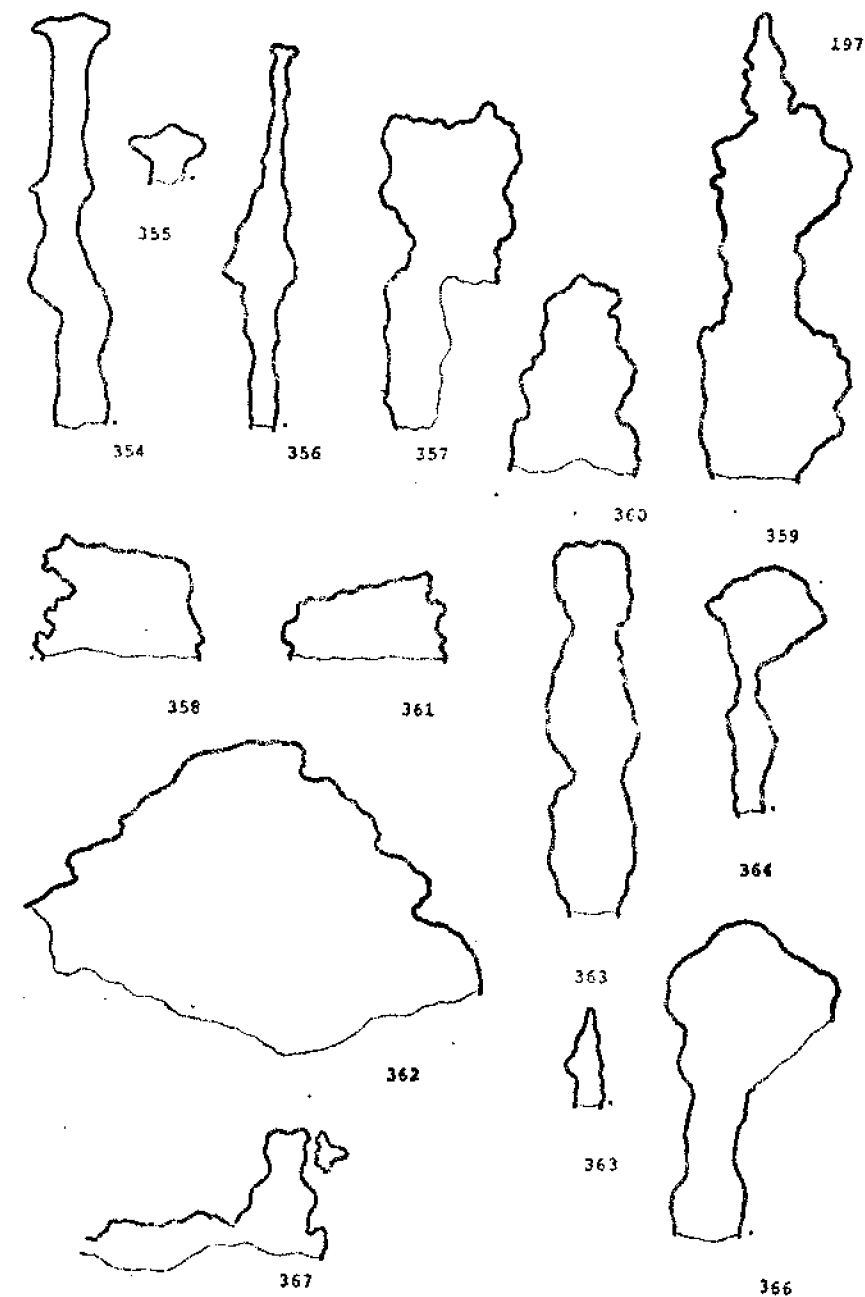
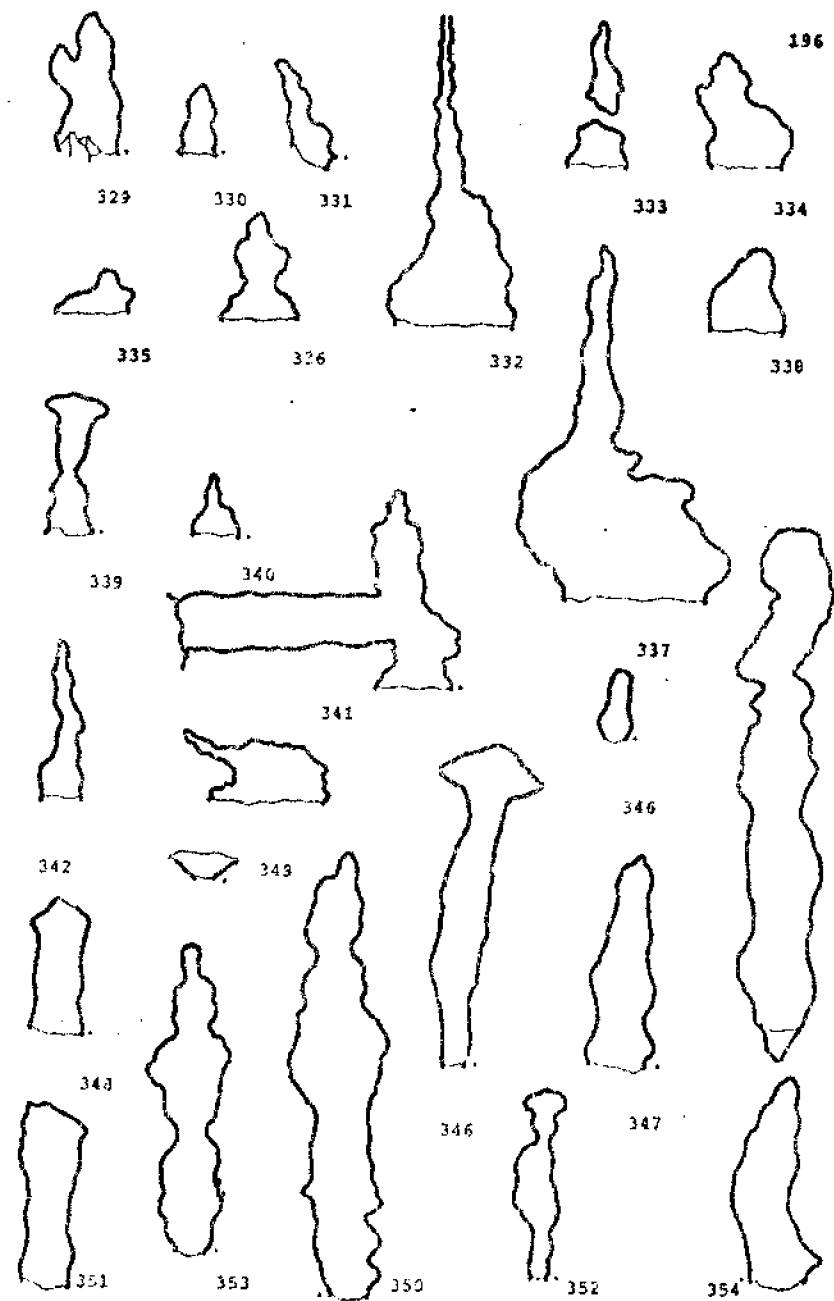


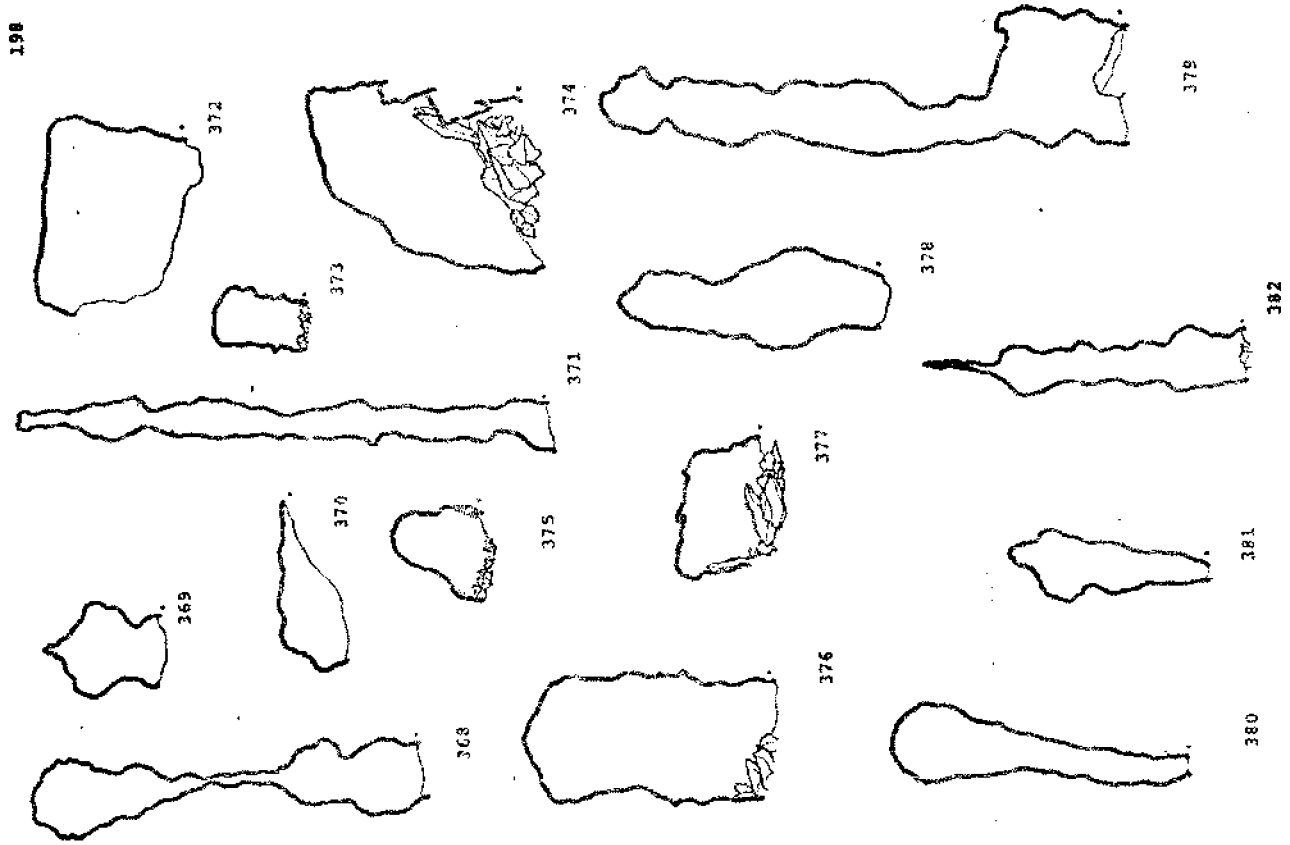
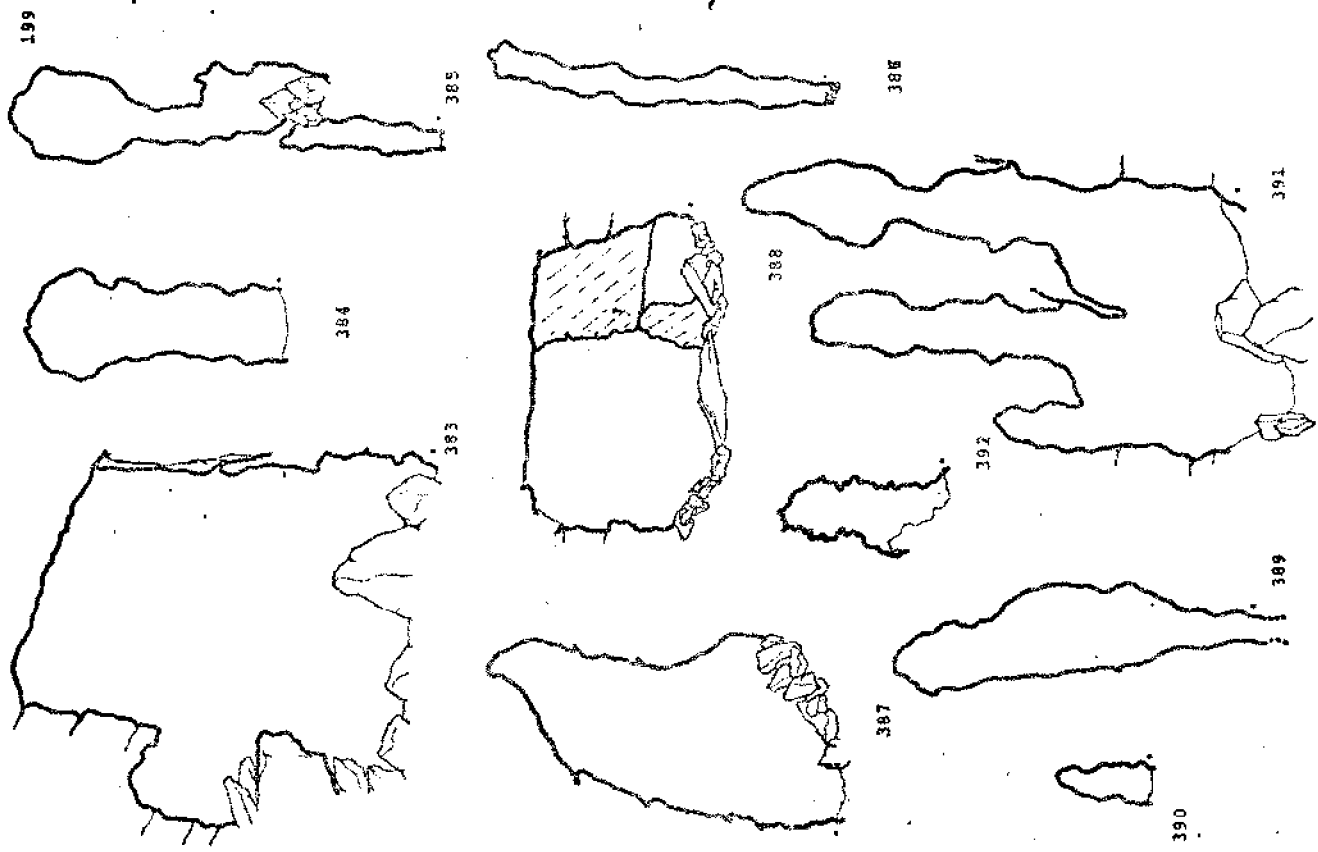
g-195

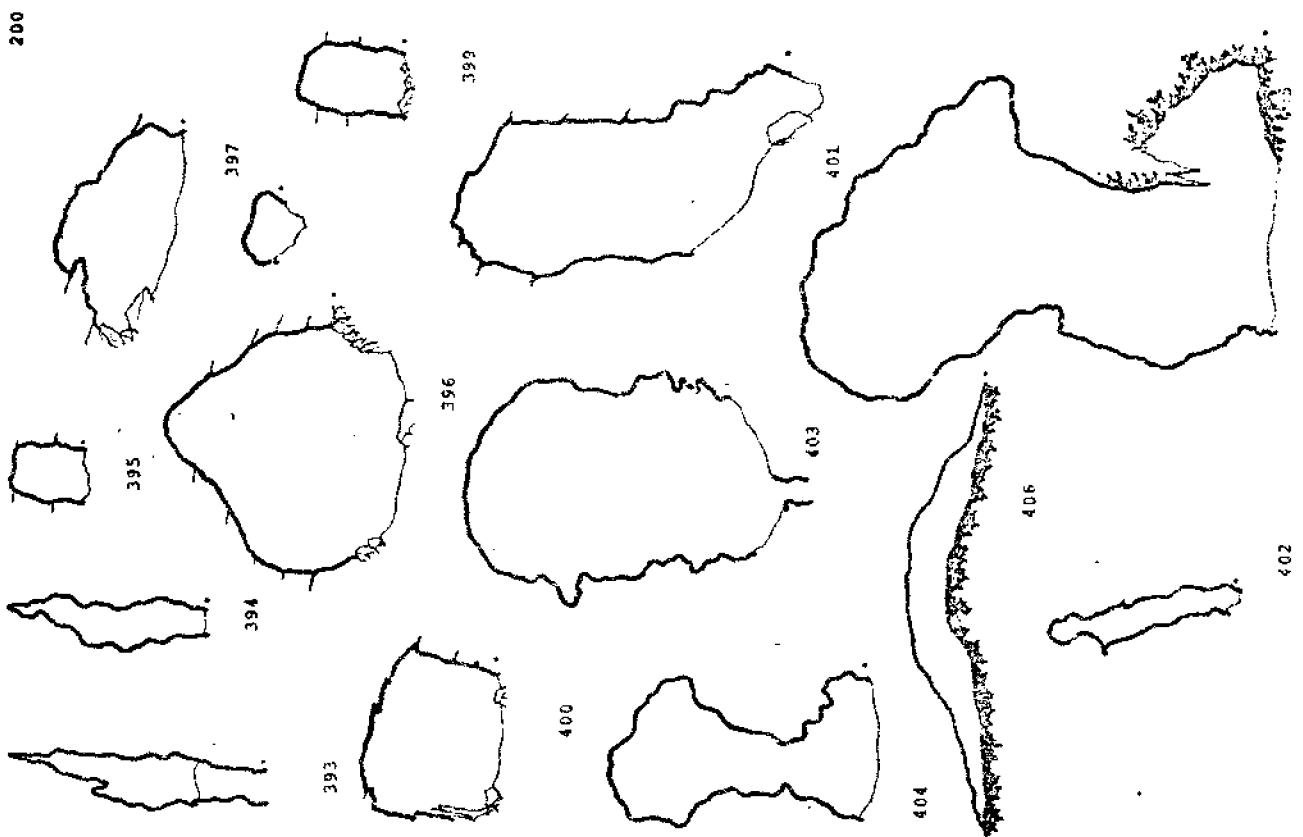
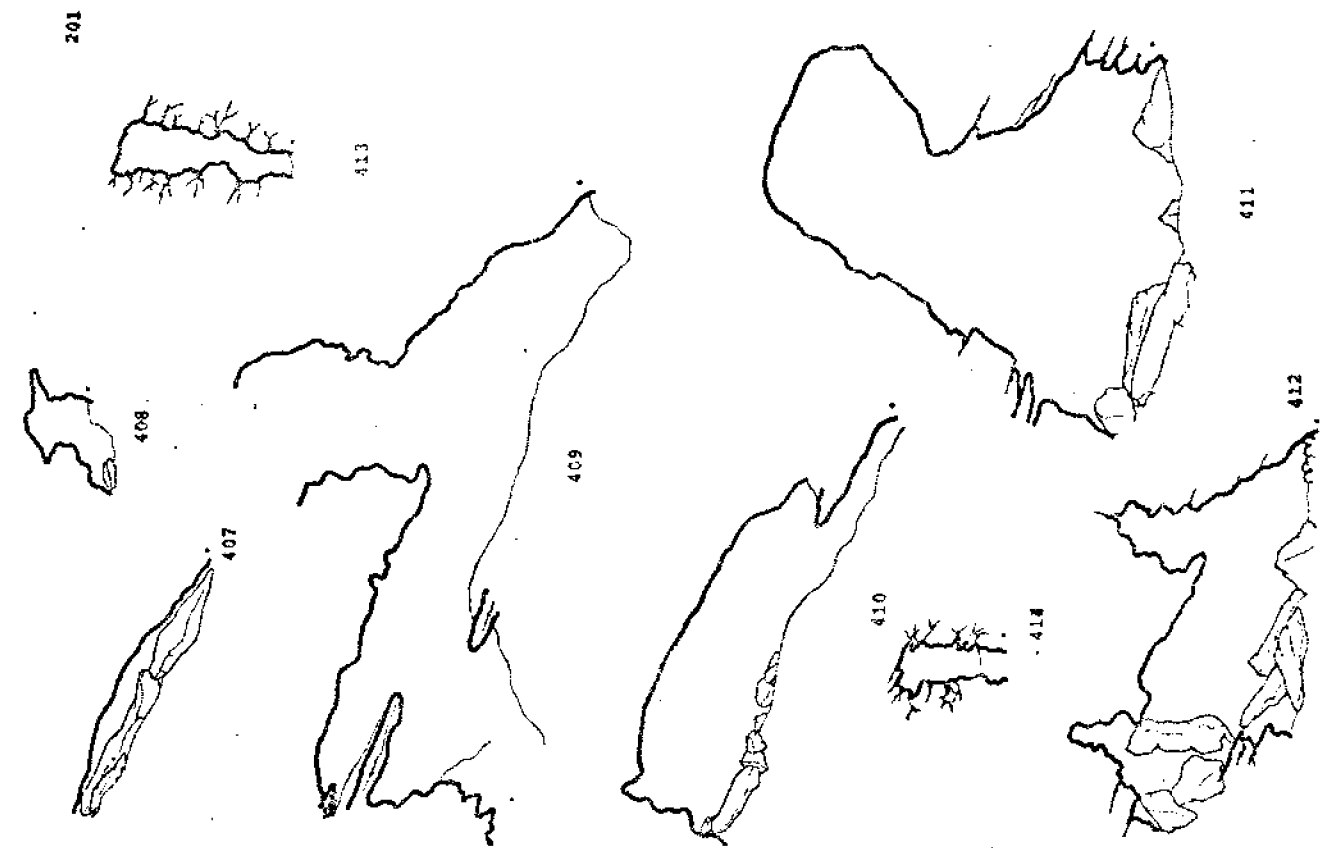


g-194

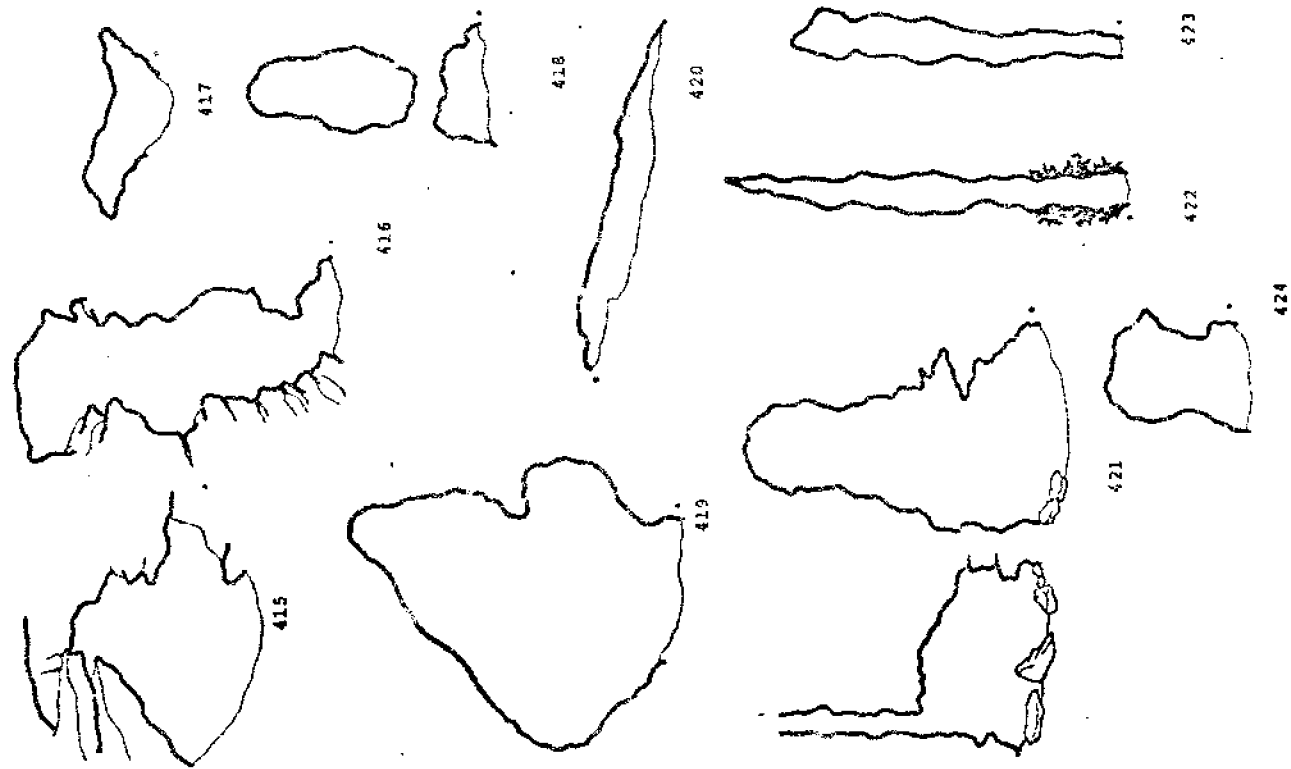








202



203

